

Master 2 Recherche –

Biologie Géosciences Agroressources Environnement
Parcours Biodiversité Écologie Évolution

2010

DUHAUTOIS Sophie

**Structuration des communautés de Diptères sur le maïs,
Zea mays, utilisé comme plante piège contre les mouches
des légumes à La Réunion**

Stage principal effectué au Centre de coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le développement (CIRAD) de La Réunion, Sous la direction de Jean-philippe Deguine.



Soutenu les 24 et 25 juin 2010 devant la commission d'examen.

Membres du jury signataires du PV d'examen : Michel. Raymond (Président), Marie-Laure Navas (Représentant SupAgro), Stephan Hättenschwiller et Emmanuel Douzery (Directeurs des études).

AVANT PROPOS

Je tiens à remercier toutes les personnes qui m'ont apporté leur aide et leur soutien durant ce stage.

Je remercie tout d'abord, Jean-Philippe Deguine de m'avoir permis de réaliser ce stage au sein de l'équipe « Entomo » du Cirad de La Réunion. Merci pour ta disponibilité et tes conseils avisés. J'ai beaucoup appris durant ce stage qui a fortement orienté mon projet professionnel.

Un grand merci à Pascal Rousse sans qui je n'aurais jamais pu identifier mes ti' mouches et autres insectes. Merci également pour ton aide dans la recherche de parcelles !!

Un grand merci également à Serge Quilici, Marcel Aribaud, et Antoine Franck pour leur aide et leurs conseils.

Un énorme merci aux statisticiens, Fred Chiroleu et Sylvaine Jego pour leur précieuse aide sous R.

Un grand merci à toute l'équipe « Entomo », les VCAT, Elizabeth Douraguia et Toulassi Atiama, les techniciens, Marie-Ludders Moutoussamy et Cédric Ajaguin Soleyen, sans oublier les stagiaires, Emilie Bonnet et Camille Delpoux. Merci à vous pour votre aide, et votre bonne humeur sur le terrain. Les journées « Tan rouge » n'aurait pas été possibles sans votre présence !

Je tiens également à remercier tous les agriculteurs qui ont eu la gentillesse de me « prêter » leur parcelle et qui ont ainsi activement contribué à la bonne conduite de mon étude.

Merci également à Jacques Rochat, Roger Boll et Jacques Blondel pour leurs conseils scientifiques et leur réponse à mes questions.

SOMMAIRE

I/ INTRODUCTION	2
1.1. <u>Contexte et enjeux</u>	2
1.2. <u>Problématique</u>	2
1.3. <u>Objectifs</u>	3
II/ MATERIELS ET METHODES	4
2.1. <u>Dispositif expérimental</u>	5
2.2. <u>Mise au point des modalités d'observation pour l'étude de la structuration de la communauté</u>	5
2.3. <u>Structuration de la communauté de Diptères</u>	6
2.4. <u>Evolution spatio-temporelle de la communauté</u>	7
2.5. <u>Analyse statistique</u>	8
III/ RESULTATS	10
3.1. <u>Modalités d'observation retenues</u>	10
3.2. <u>Structuration de la communauté de Diptères</u>	12
3.3. <u>Evolution spatio-temporelle</u>	16
IV/ DISCUSSION	20
4.1. <u>Aspect méthodologique</u>	21
4.2. <u>Structuration la communauté de Diptères</u>	22
4.3. <u>Les activités diurnes des Syrphidae sur le maïs</u>	24
4.4. <u>Le maïs, un site de séjour privilégié pour les Diptères</u>	25
4.5. <u>Perspectives</u>	26
CONCLUSION	27
BIBLIOGRAPHIE	28
ANNEXES	30

I. INTRODUCTION

1.1. Contexte et enjeux

La production de légumes à La Réunion, qui représente 1 500 ha de surface cultivée et couvre près de 70% des besoins locaux (Chambre d'Agriculture Réunion), est fréquemment soumise aux attaques de plusieurs insectes et acariens ravageurs tels que les aleurodes, ou encore les Téphritidae. Parmi ces derniers, trois espèces de Dacini, inféodées aux cucurbitacées, *Bactrocera cucurbitae*, *Dacus ciliatus* et *Dacus demmerezi*, occasionnent des dégâts conséquents avec près de 90% de perte de récolte (Vayssières, 1999).

Les méthodes conventionnelles de protection des cultures, fondées sur l'utilisation de produits chimiques et la résistance des plantes, ont montré leur efficacité, mais aussi leurs limites en entraînant des problèmes sanitaires et environnementaux importants. De la même manière, la lutte biologique, traditionnellement définie comme l'importation et le relâcher d'ennemis naturels exotiques dans la culture (Ferron et Deguine, 2005), n'affiche qu'un succès limité, les effets collatéraux étant bien souvent conséquents et imprévisibles (risque de bio-invasion). L'enjeu est donc d'élaborer de nouveaux systèmes de protection des cultures, qui perturbe le moins le système et dont les effets soient prévisibles. L'approche préventive est désormais privilégiée. Elle favorise la conservation des organismes bénéfiques via une gestion agro-écologique des exploitations, le principe fondateur étant de restaurer la biodiversité afin de rapprocher du fonctionnement des écosystèmes naturels reconnu pour leur durabilité (Altieri et Nicholls, 2004 ; Deguine et al., 2009).

A l'image des études menées à Hawaï, l'une des voies de gestion agro-écologique privilégiée par le CIRAD est l'incorporation de biodiversité végétale dans les agro-écosystèmes via la mise en place de plantes pièges, selon différentes modalités d'insertion (bande, bordure, patch). A Hawaï comme à La Réunion, le maïs, *Zea mays*, a montré son attractivité pour les mouches des légumes (Mc Quate et Vargas 2007; Atiama, 2008), et est actuellement largement utilisé pour piéger les populations de Dacini. Celles-ci y trouvent en effet leur nourriture et un site de repos privilégié (Atiama, 2008). Une gestion facilitée des ces populations de nuisibles est alors possible, soit par des techniques culturales comme la destruction de ces plantes-pièges, soit par l'utilisation d'insecticides sur ces zones. Le succès de la méthode repose également sur l'hypothèse de l'ennemi naturel (Root, 1973), selon laquelle l'introduction de diversité végétale favoriserait la présence d'ennemis naturels (parasitoïdes) des ravageurs. Outre le fait qu'elle offre un meilleur rendement, cette stratégie montre également ses



Figure 1 : Mouche des légumes (*Bactrocera cucurbitae*), ravageur des cultures à La Réunion.
(Photo : A. Franck).

bienfaits au niveau écologique, puisqu'elle permet de limiter l'utilisation de pesticides et diminue la probabilité d'une seconde infestation (Boucher et al. 2003).

1.2. Problématique

Les aménagements de l'agro-écosystème, et en particulier l'incorporation de plantes de bordure, peuvent affecter les autres communautés d'arthropodes. Dans certains cas, ces plantes ont un effet attractif (Lagerlöf et al. 1992), dans d'autres, elles ont un effet neutre (Goncavales & Sousa e Silva, 2003), enfin elles peuvent constituer une barrière à la dispersion (Hooks & Johnson, 2002). Dans le cas du maïs utilisé comme plante-piège des mouches des légumes à La Réunion, les observations de terrain montrent que d'autres communautés d'insectes, et notamment les Diptères, y séjournent.

1.3. Objectifs

L'objectif de cette étude porte sur les interactions entre le maïs et les communautés de Diptères (le terme de communauté définit ici toutes les espèces d'un même rang taxonomique) présentes sur la plante. Pour cela, nous nous proposons tout d'abord de choisir plusieurs taxons indicateurs, et de mettre au point une méthodologie d'évaluation de ces populations. Une seconde partie sera alors consacrée à l'analyse en plein champ de la structuration des communautés de Diptères. Enfin, l'évolution spatio-temporelle des populations des taxons indicateurs sera analysée. Tout ceci est réalisé dans le but d'expliquer la présence de ces Diptères sur le maïs.

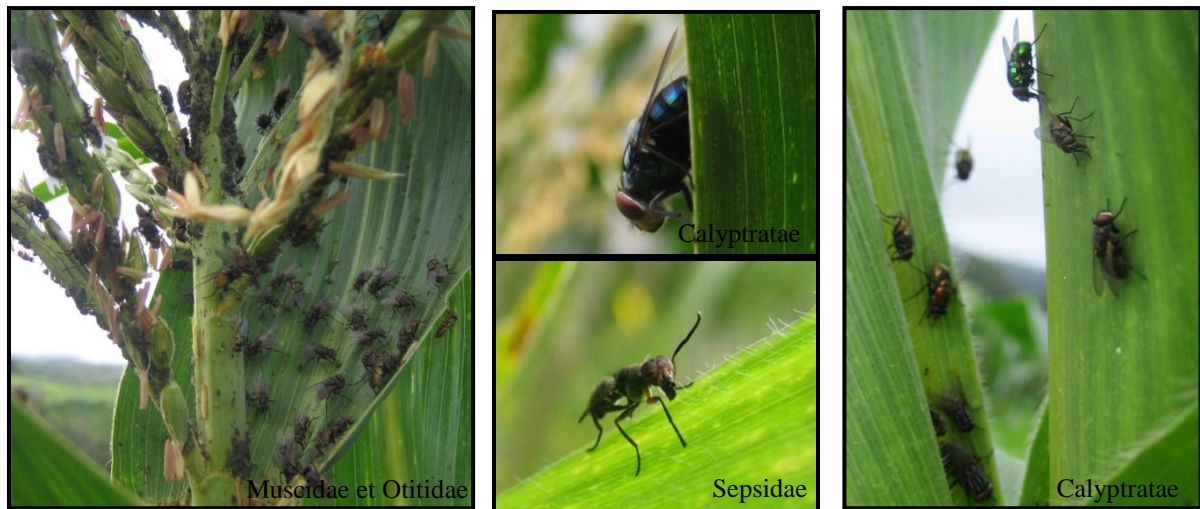


Figure 2 : Illustration de l'abondance des Diptères sur le maïs. (Photo : S. Duhautois)

II. MATERIELS ET METHODES

La notion de communauté prend différentes significations selon les auteurs. Certaines définitions sont larges comme celle de Wiens (1984) pour qui une communauté est n'importe quel ensemble d'organismes, vivant actuellement proches les uns des autres et à propos desquels il est intéressant de parler. D'autres, plus restreintes, prennent en compte des contraintes de type spatiale, fonctionnelles ou encore taxonomique (Rougharden et Diamond, 1986). Ici nous considérerons la communauté du point de vue taxonomique : la communauté de Diptères.

Par structure des communautés, on désigne en général les traits caractéristiques de ceux-ci tels que le nombre d'espèces, les abondances spécifiques, la hiérarchie taxonomique, la distribution des classes de tailles... Ces paramètres permettent ainsi de synthétiser la liste d'espèces d'une communauté pour la comparer à une autre (Dufrêne, 1992).

L'échantillonnage exhaustif de Diptères en plein champ étant long et fastidieux, nous choisissons de nous intéresser à quelques groupes de taxons appartenant à l'ordre des Diptères. Nous les choisissons de manière à ce qu'ils soient assez bien représentatifs de la communauté, en tenant compte des contraintes d'identification et de dénombrement. Les mesures de la diversité spécifique, du nombre et de la relative abondance des espèces issues la communauté, qui constituent donc un des aspects de la structure d'une communauté le plus largement étudié, ne peuvent pas être utilisées dans notre étude dès lors qu'elles nécessitent un inventaire exhaustif de toutes les espèces, ou familles, du milieu.

Néanmoins, les analyses multivariées, souvent fructueuses et fréquemment utilisées en écologie des communautés (Gauch 1999), peuvent être appliquées à la présente étude en considérant les taxons indicateurs. Les données d'écologie des communautés sont en effet souvent multivariées du fait de l'influence de nombreux facteurs environnementaux. Le but de ces analyses est donc de traiter les données comme un ensemble, en les résumant ce qui permet de révéler leur structure. A l'inverse, les méthodes statistiques traitant seulement de une à quelques variables à la fois sont souvent fastidieuses et infructueuses pour l'analyse de telles données (Everitt 1978). L'approche multivariée de la communauté est donc ici privilégiée.

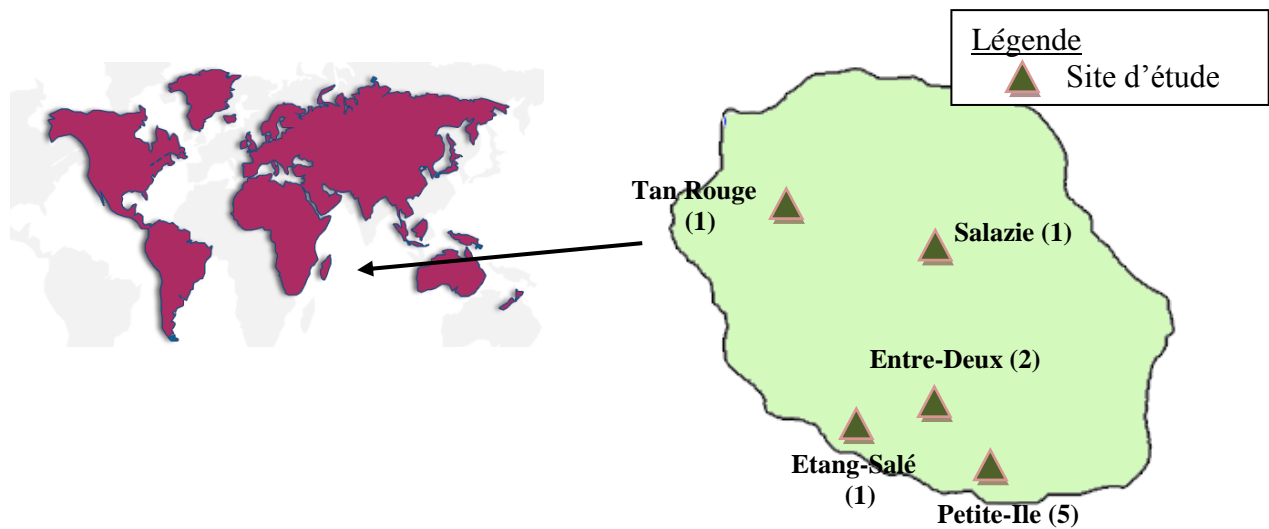


Figure 3 : Localisation géographique des parcelles d'étude. (1) Nombre de parcelles étudiée dans la commune.



Figure 4 : Parcelle avec des bandes de maïs (Tan rouge) (gauche), et parcelle avec une bordure de maïs (Petite-Ile) (droite). (Photos : S. Duhautois)

21. Dispositif expérimental

Les parcelles considérées appartiennent à des agriculteurs de culture biologique ou conventionnelle, qui prodiguent une protection agro-écologique, sans utilisation d'insecticide, contre les mouches des légumes à La Réunion (figure 3). Elles sont composées d'une culture de Cucurbitacées à laquelle est incorporée, selon différentes modalités d'insertion (bordure ou bandes intercalaires) (figure 4), le maïs, *Zea mays*. Toutes les expérimentations ont lieu en plein champs et sont réalisées par le même observateur.

2.2. Mise au point des modalités d'observation pour l'étude de la structuration de la communauté

La première étape de notre étude est de mettre au point une méthode d'observation des insectes sur les maïs qui puisse être utilisée pour l'étude de la structuration des communautés de Diptères. Pour cela, on considère quatre parcelles réparties dans trois communes (1 à Tan Rouge, 1 à l'Entre-Deux et 2 à Petite-Ile).

2.2.1 Choix des taxons indicateurs

Des observations qualitatives préliminaires sont réalisées sur ces parcelles afin d'apprécier la composition faunistique des bordures. Parallèlement à des dénombrements à vue, des prélèvements d'arthropodes sont ensuite effectués à l'aide d'un aspirateur à moteur, appelé D-Vac (figure 5). Le but de ces observations est de cerner au mieux la composition faunistique du maïs. Les échantillons collectés sont identifiés au niveau de l'ordre, puis dénombrés. Pour certains, la famille ou l'espèce est identifiée en fonction des compétences taxonomiques disponibles au sein de l'UMR.

Les colonies de pucerons (Hémiptères) et de fourmis (Hyménoptères) ne sont pas intégrées aux mesures du peuplement, leurs effectifs, souvent imposants, n'étant pas comparables aux autres arthropodes présents, du fait de leur moyen de reproduction (parthénogénèse) et/ou de leur organisation sociale (colonie) et/ou de leur écologie.

2.2.2. Choix de la méthode d'échantillonnage

Afin d'estimer au mieux l'effectif des taxons indicateurs choisis, deux méthodes sont comparées: le dénombrement à vue et le prélèvement d'échantillon. Pour ces deux techniques, le plan d'échantillonnage est de type systématique et des placettes d'observation sont ainsi délimitées (figure 6).

Tableau 1 : Caractéristiques des parcelles d'étude

Parcelles	PI1	PI2	PI3	PI4	PI5	SA	ED1	ED2	ES	TR	BN
Propriétaire	G-R. Hoareau	G-R. Hoareau	J-C. Robert	J-C. Robert	E. Barret	S. Vidare	J-Y. Nattivel	M-A. Vitry	F. Calpetard	S. Glenac	C. Ajaguin- Soleyen
Commune	Petite-Ile	Petite-Ile	Petite-Ile	Petite-Ile	Petite-Ile	Salazie	Entre-deux	Entre-deux	Etang-Salé	Tan Rouge	Bois de Nèfles
Altitude (mètres)	866	866	936	592	985	700	400	400	60	750	
Pluviométrie annuelle (m)	[3,4]	[3,4]	[3,4]	[2.2,3]	[3,4]	[2.2,3]	[0.9, 1.6]	[0.9, 1.6]	< 1	[1.2, 2.2]	[1,1.5]
Bordure de maïs											
Architecture de la plante piège :	Bordure	Bordure	Bordure	Bordure	Bordure	Bordure	Bordure	Bandes	Bordure	Bandes	Bandes
Date de semis :	15/11/2009	01/11/2009	10/12/2009	05/12/2009	01/03/2010		15/12/2009	16/03/2010		11/01/2010	10/01/2010
Nombre de rangs :	1	2	1	2	2	1	1	2	2	3	2
Longueur (m) :	96	100	68	80	140	15	56	96		40	30
Culture											
Espèce :	Courgettes	Courgettes	Courgettes	Courgettes	Courgettes	/	Courgettes	Courgettes	Petits-pois	Courgettes	Citrouille
Date de semis :	30/12/2009	15/12/2009	10/12/2009		24/03/2010			16/03/2010	et haricot (agriculture biologique)	15/02/2010	
Modalités d'observation											
Nombre :	2	2	3	3	3	1	2	2	3	7	1
Période :	Du 16/02 au 01/03	Du 16/02 au 01/03	Du 01/03 au 19/03	Du 25/02 au 19/03	Du 14/04 au 30/04	Le 10/05	Du 23/02 au 11/03	Du 19/04 au 29/04	Du 14/04 au 29/04	Du 02/03 au 04/05	Le 24/03

Pour chacune des parcelles, le relevé débute toujours par la même placette puis l'expérimentateur se déplace le long de la bordure. Les placettes échantillonnées sont les mêmes quelque soit la méthode, le prélèvement s'effectuant toujours postérieurement au comptage à vue afin que ce dernier ne soit pas biaisé par les perturbations du premier. Les taxons indicateurs récoltés sont triés et identifiés au niveau de la famille, voire de l'espèce.

2.2.2.1. Dénombrement à vue

Pour rendre comparables les effectifs estimés des différentes parcelles, sont pris en compte dans le dénombrement, uniquement les individus présents sur le rang interne pour les bordures, et sur les rangs interne et externe pour les bandes. Les taxons indicateurs font l'objet d'un même relevé d'une durée moyenne de 30 minutes.

2.2.2.2. Prélèvement d'échantillons

Le matériel utilisé est un aspirateur à moteur appelé D-Vac (figure 5). Il est peu sélectif aux arthropodes capturés, mais est surtout utilisé pour capturer les Diptères. Le temps de capture des arthropodes d'une placette donnée est sensiblement la même que les autres placettes de la même parcelle. Il est de 40 secondes pour une placette de cinq mètres. Les échantillons collectés sur le terrain sont placés au congélateur pendant une demi-journée. Ils sont ensuite triés par morphotype et conservés dans l'alcool à 70°.

2.3. Structuration de la communauté de Diptères

L'étude porte sur douze parcelles, réparties sur cinq communes (Etang-Salé, Entre-deux, Petite-Ile, Tan Rouge, et Salazie) (figure 3) et couvrant une échelle altitudinale de 60 à 985 mètres (Tableau 1). La méthode d'étude utilisée est détaillée dans la partie III.1.

Les observations sont réalisées du 16 février au 30 avril 2010. Pour une parcelle donnée, les observations sont réalisées toutes les une ou deux semaines, jusqu'à ce que le maïs soit totalement sec. On considérera au total 33 situations correspondant à l'effectif estimé des taxons indicateurs d'une parcelle donnée à une date donnée. Les caractéristiques intrinsèques à la bordure, à savoir le stade phénologique du maïs (Tableau 2 et annexe 1), et la densité de la bordure sont notées pour chaque situation.



Figure 5 : Aspirateur à moteur (D-Vac).

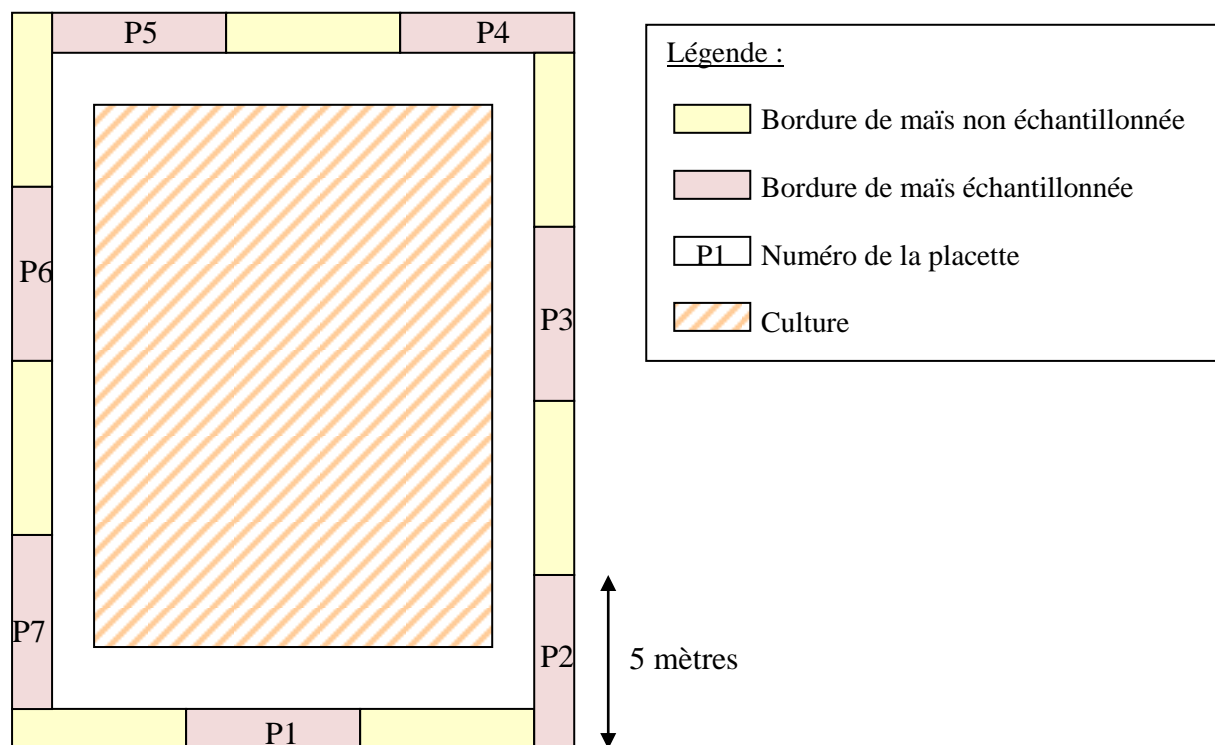


Figure 6 : Schéma d'une parcelle type.

Tableau 2 : Classes phénologiques du maïs.

Stade phénologique	Bornes (Echelle BBCH)	Caractéristique principale	Taille (hauteur du plant)
1a	00 à 39	Phase végétative	Hauteur < 1mètre
1b	00 à 39	Phase végétative	Hauteur > 1mètre
2a	40 à 59	Apparition des inflorescences	Hauteur < 1m50
2b	40 à 59	Apparition des inflorescences	Hauteur > 1m50
3a	60 à 77	Floraison	Hauteur < 1m70
3b	60 à 77	Floraison	Hauteur > 1m70
4a	80 à 99	Maturation des graines	Hauteur < 1m70
4b	80 à 99	Maturation des graines	Hauteur > 1m70

2.4. Evolution spatio-temporelle de la communauté

Afin de suivre le comportement des taxons indicateur de manière spatiale et temporelle, trois types d'expérimentations sont réalisés. Un protocole particulier est appliqué aux Syrphidae en raison de leur comportement floricole. La méthode d'estimation des effectifs de Diptères est le dénombrement à vue, suivant un plan d'échantillonnage systématique (cf. 2.2.2.1.).

2.4.1. Suivi temporel de la communauté au cours de la saison

Les observations sont réalisées sur les bandes de maïs de la parcelle de Tan rouge du 2 mars au 4 mai 2010, toutes les 1 ou 2 semaines, ce qui représente 9 relevés. Les comptages sont toujours réalisés le matin entre 8h30 et 11h30. Seuls les Muscidae, les Calyptratae de coloration métallique, les Otitidae, les Sarcophagidae et les Syrphidae sont pris en compte dans cette analyse (les Sepsidae étant faiblement représentés à Tan rouge). Le stade phénologique du maïs est précisé pour chaque observation, et les données pluviométriques de la période d'étude sont apportées (source : Météo France Réunion).

2.4.2. Variation temporelle journalière de la communauté

Afin d'étudier l'évolution dans le temps de la communauté au cours de la journée, des observations sont réalisées sur la parcelle de Tan rouge à quatre heures différentes de la journée : 08h30, 11h30, 15h30, 18h30 (ou coucher du soleil). Seuls les Muscidae, les Calyptratae de coloration métallique, les Otitidae, les Sarcophagidae et les Syrphidae sont pris en compte dans cette analyse. L'expérience est répétée à six reprises. La période des observations s'étend du 4 mars au 27 avril. De plus, de manière ponctuelle, afin de suivre l'évolution des taxons à partir du lever du soleil, des observations complémentaires sont réalisées de 6h00 à 10h00, à intervalle d'une heure sur la parcelle de Tan rouge.

2.4.3. Variation temporelle : le cas des Syrphidae

Les observations sont réalisés sur la parcelle de Tan rouge de 7h30 à 11h30 à intervalle d'une heure. Ce protocole est répété à Petite-Ile sur la parcelle PI5 (tableau 1). Pour ces deux observations, la période du relevé correspond au stade où le maïs présente une panicule sortie de sa gaine et non asséchée, ce qui correspond à une phase de pollinisation. On distingue les trois espèces de Syrphes (*Melanostoma annulipes*, *Allograpta nasuta*, *Episyrphus circularis*) et on précise la position du plant de maïs sur lequel l'individu est

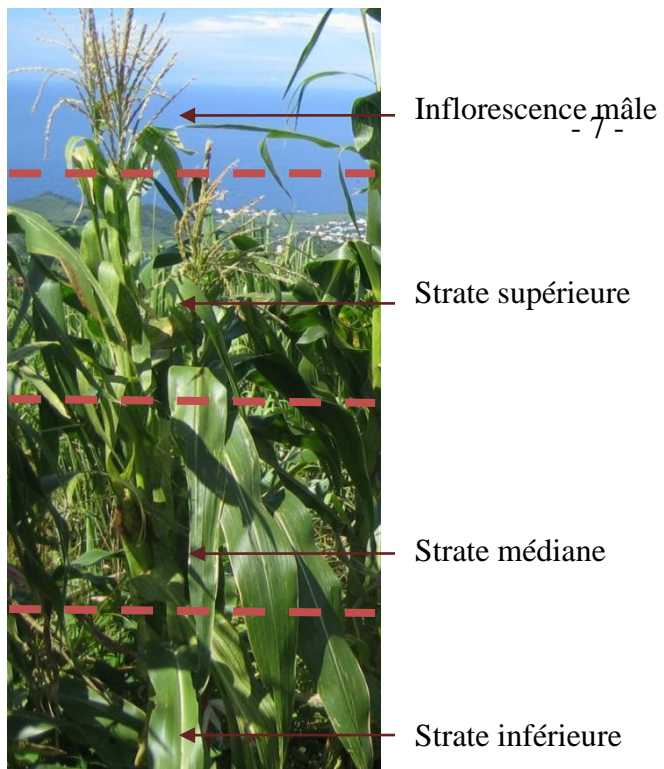


Figure 7 : Classes de position des individus sur le plant de maïs

observé (Strate inférieure, médiane, supérieure, ou inflorescence mâle) (figure 7, annexe 3).

2.4.4. Variation spatiale des taxons

2.4.4.1. Variation spatiale à l'échelle de la parcelle

Dispositif expérimental :

On considère 7 parcelles réparties sur les communes de Tan rouge (1), Etang Salé (1), Petite-Ile (4) et Entre-Deux (1). Chacune d'entre elles est constituée d'une culture de courgettes, à laquelle est insérée une bordure ou des bandes de maïs composées d'une à trois rangées de plant. On délimite alors des placettes d'observation.

Protocole d'observation :

On effectue un dénombrement à vue de tous les taxons indicateurs, en ne prenant en compte que les individus présents sur rang interne de la bordure ou bande. Dans le cas où celles-ci sont composées de plusieurs rangées (2 ou 3), on dénombre également (de manière postérieure) les individus présents sur le rang externe. Les comptages sont effectués entre 8h30 et 12h00, pour un maïs de stade phénologique 2 à 3 (annexe 3).

2.4.4.2. Variation spatiale à l'échelle du plant de maïs

On considère 3 parcelles d'étude (TR, PI3 et PI5). On délimite des placettes d'observation sur lesquelles on effectue un dénombrement à vue des taxons en précisant la position des individus sur le plant de maïs (strate basse, haute ou médiane), ainsi que l'organe se lequel il est observé (tige, feuille ou inflorescence). Les observations sont réalisées lorsque le maïs est au stade de floraison (stade 3).

2.5. Analyse statistique :

Tous les tests sont réalisés au seuil de significativité de 5% et sont effectués à l'aide du logiciel R version 2.10.1. Les bordures ou bandes de maïs n'ayant pas toutes une même longueur, les effectifs de chaque parcelle sont calculés pour une bordure de 10 mètres de long.

2.5.1. Mise au point de la méthode

Afin de tester l'abondance de chaque ordre dans le peuplement du maïs, on réalise une analyse de la variance à un facteur à effet fixe, pour les deux méthodes, suivie test post-hoc de Tukey. Le modèle est le suivant : $Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \xi_{ij}$ avec α_i l'effet du facteur « Ordre », $i = [1, 10]$ et $j = [1, 5]$.

On teste H_0 : tous les α_i sont égaux à 0 contre H_1 : il existe au moins un α_i tel que $\alpha_i \neq 0$.

Pour comparer l'effectif mesuré grâce à la méthode du prélèvement et celui obtenu par la méthode du dénombrement à vue, un test de Mann-Withney et Wilcoxon a été réalisé pour chaque taxon.

2.5.2. Structuration de la communauté

Les données des 33 relevés effectués sur les douze parcelles d'étude ont été représentées par une analyse factorielle des Correspondances (AFC) (Benzecri, 1973). Le nom de la parcelle échantillonnée, sa localisation (commune), la période du relevé, le stade phénologique du maïs, ainsi que la densité de la bordure constituent les cinq variables explicatives intégrées à l'analyse. Nous avons choisi de nous intéresser seulement aux axes dont la somme de leur contribution est supérieure à 70%.

Pour tester l'influence du stade phénologique du maïs sur l'abondance des taxons, une analyse de Variance (ANOVA) à deux facteurs à effets fixe, avec un plan déséquilibré, est réalisée. Le modèle est le suivant : $Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \xi_{ij}$ avec α_i l'effet de la « famille » ($i=[1,...,6]$) et β_j l'effet du stade ($j=[1,...,3]$). On teste H_0 : tous les $(\alpha\beta)_{ij}$ sont égaux à 0 contre H_1 : il existe au moins un $(\alpha\beta)_{ij} \neq 0$.

2.5.3. Evolution temporelle journalière

Afin de tester l'influence de l'heure du dénombrement sur l'abondance des taxons, une analyse de variance à un facteur est réalisée pour chaque taxon indicateur. Le modèle est le suivant : $Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \xi_{ij}$ avec α_i l'effet du facteur « heure », $i= [1,4]$ et $j= [1,6]$
On teste H_0 : tous les α_i sont égaux à 0 contre H_1 : il existe au moins un α_i tel que $\alpha_i \neq 0$.

2.5.4. Variation spatiale :

On considère P_H , P_M et P_B respectivement les proportions d'individus sur la strate haute, la strate médiane et la strate basse du maïs. Pour chaque taxon, on compare ces proportions à l'aide d'un test de proportion avec $H_0 : P_H = P_M = P_B$ contre H_1 : Il existe au moins une proportion différente des autres.

On considère P_V , la proportion d'individu posé sur les différentes parties de la plante :

$$P_V = E_V / (E_V + E_I) \quad \text{avec } E_V \text{ le nombre d'individus posé sur les parties végétative} \\ E_I \text{ le nombre d'individus posé sur les inflorescences mâles}$$

Pour tester la proportion d'individu sur les deux parties de la plante, un test binomial exact est réalisé avec $H_0 : P_V = 50\%$ contre $H_1 : P_V < 50\%$, ce qui revient à vérifier si les mouches se posent plus sur la partie végétative du plant que sur les inflorescences mâles.

III. RESULTATS

3.1. Modalités d'observation retenues

3.1.1. Confirmation de l'importance des Diptères sur les bordures

Les résultats de l'analyse de variance montrent qu'il existe des différences significatives dans l'abondance des différents ordres d'Arthropodes, et ce pour les deux méthodes (ANOVA à un facteur à effet fixe: Dénombrement à vue : $p = 5,171.10^{-11}$; Prélèvement : $p\text{-valeur} = 1,045.10^{-6}$). Pour les deux méthodes de dénombrement, l'effectif des Diptères est significativement différents des autres ordres (Tests post-hoc de Tukey : Dénombrement à vue : $p < 10^{-4}$ pour toutes les comparaisons Diptères-autre ordre ; Prélèvement : $p\text{-valeur} < 0,001$). Le peuplement d'arthropodes du maïs est donc composé majoritairement de Diptères à hauteur de 63,96% avec la méthode de récolte par aspiration et 89,22% avec la méthode de dénombrement à vue (figure 8). Pour cette dernière, les effectifs des autres ordres que celui des Diptères sont assez faibles, un biais pouvant exister du fait du manque de connaissances de l'observateur sur la reconnaissance des arthropodes.

Après l'ordre des Diptères, si l'on considère la méthode du prélèvement, les Hémiptères et les Coléoptères sont les plus représentés dans le peuplement (respectivement 20,11% et 8,98%). Parmi les Coléoptères, la famille des Coccinellidae représente 23,11%. Ce pourcentage considère exclusivement la contribution de deux espèces, *Exochomus laevisculus* (Weise) et *Scymnus constrictus* (Mulsant) (annexe 2).

Ces résultats confirment le bien fondé de s'attacher dans notre étude au seul ordre des Diptères.

3.1.2. Choix des taxons indicateurs

Six groupes, appartenant tous au groupe des Diptères brachycères sont retenus pour constituer les groupes indicateurs selon des critères d'intérêt agronomique, d'intérêt écologique, d'abondance, de facilité d'observation ou d'identification. Il s'agit des familles de Sarcophagidae, d'Otitidae, Sepsidae, Syrphidae, de Muscidae ainsi que des espèces de coloration métallique de l'infra-ordre des Calyptratae (Tableau 3 et annexe 3). La famille des syrphidae a un intérêt agronomique puisque les larves sont en général aphidophages, se nourrissant de pucerons qui sont des ravageurs importants des cultures à la Réunion. Les autres taxons possèdent un intérêt écologique puisqu'ils participent activement à la décomposition de la matière organique.

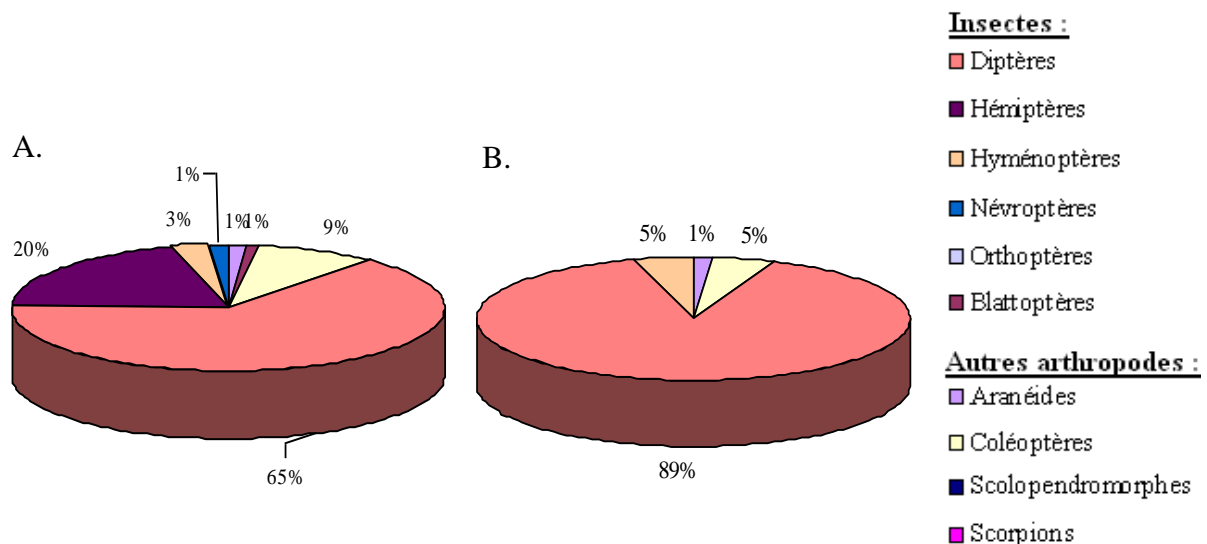


Figure 8 : Composition moyenne du maïs en Arthropodes, selon deux méthodes d'échantillonnage : prélèvement d'échantillon (A), et dénombrement à vue (B). Les effectifs de chaque taxon (en %) sont moyennés sur cinq parcelles.

Taxon retenu	Classification	Nombre de morphotype pris en compte	Critère de choix	Ecologie générale des adultes
Muscidae	Diptère Calyptratae	1	Abondance, Facilité d'observation et d'identification, intérêt écologique	Saprophage
Sarcophagidae	Diptère Calyptratae	1	Facilité d'observation et d'identification, intérêt écologique	Coprophage, créophage, nécrophage
Calyptratae de coloration métallique	Diptère Calyptratae	4	Abondance, Facilité d'observation et d'identification, intérêt écologique	Saprophage, coprophage, créophage, nécrophage, détritiphage
Otitidae	Diptère Acalyptratae	1	Abondance, Facilité d'observation et d'identification, intérêt écologique	Saprophage
Sepsidae	Diptère Acalyptratae	1	Facilité d'observation et d'identification, intérêt écologique	?
Syrphidae	Diptère Aschiza	3	Facilité d'observation et d'identification, intérêts écologique et agronomique	Floricole

Tableau 3 : Caractéristiques générales des taxons indicateurs et critères de choix.

Les taxons indicateurs représentent en moyenne 13,4 %, et 64,83 % de l'abondance des Diptères, respectivement selon les méthodes de prélèvement et de dénombrement à vue, et sont ainsi bien représentatifs de la communauté (figure 9).

3.1.3. Méthode d'observation retenue

Pour chacun des taxons indicateurs, l'effectif estimé est plus important avec la méthode du dénombrement à vue que celle du prélèvement d'échantillon (figure 10). L'effet est significatif pour les Muscidae et des Sarcophagidae (p-valeur = 0,01587 et p-valeur = 0,0108 respectivement pour les Muscidae et Sarcophagidae). Les autres taxons ne montrent pas de différences significatives pouvant s'expliquant par le fait que leurs effectifs sont très variables d'une parcelle à une autre (cf. III.2.3.). Afin d'obtenir des effectifs assez importants pour une étude de communauté, il est donc préférable d'utiliser la méthode de dénombrement à vue.

D'autre part, nous avons testé si l'heure à laquelle se déroule l'observation influe sur l'estimation des effectifs. Les résultats montrent qu'il existe des différences significatives pour tous les taxons (figure 21). En particulier, les effectifs sont significativement plus faibles au coucher du soleil qu'aux autres heures testées (8h30, 11h30, et 15h30) (cf. III.3.2), et l'abondance totale de la communauté est la plus importante à 8h30.

Protocole retenu pour l'étude de la structuration de la communauté : Nous choisissons de nous intéresser aux individus appartenant aux groupes des Muscidae, Calyptratae de coloration métallique, Sarcophagidae, Otitidae, Sepsidae et Syrphidae. L'effectif de ces six taxons indicateurs est estimé par la méthode de dénombrement à vue, effectuée sur un échantillon de placettes d'une parcelle donnée, entre 8h30 et 11h30.

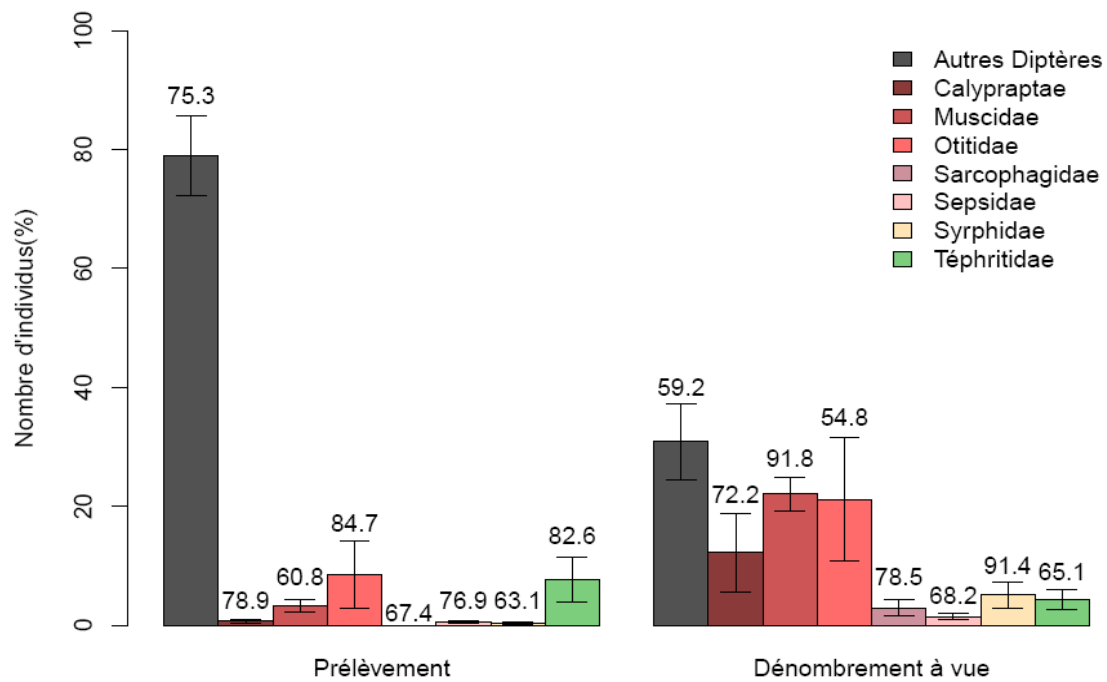


Figure 9 : Composition moyenne d'une parcelle en Diptères selon deux méthodes de dénombrement, le prélèvement d'échantillon et le dénombrement à vue. Les effectifs sont ramenés à un pourcentage et moyennés sur 5 parcelles. Les effectifs calculés pour 10 mètres de bordure et moyennés sur 5 parcelles sont notés au dessus des barres.

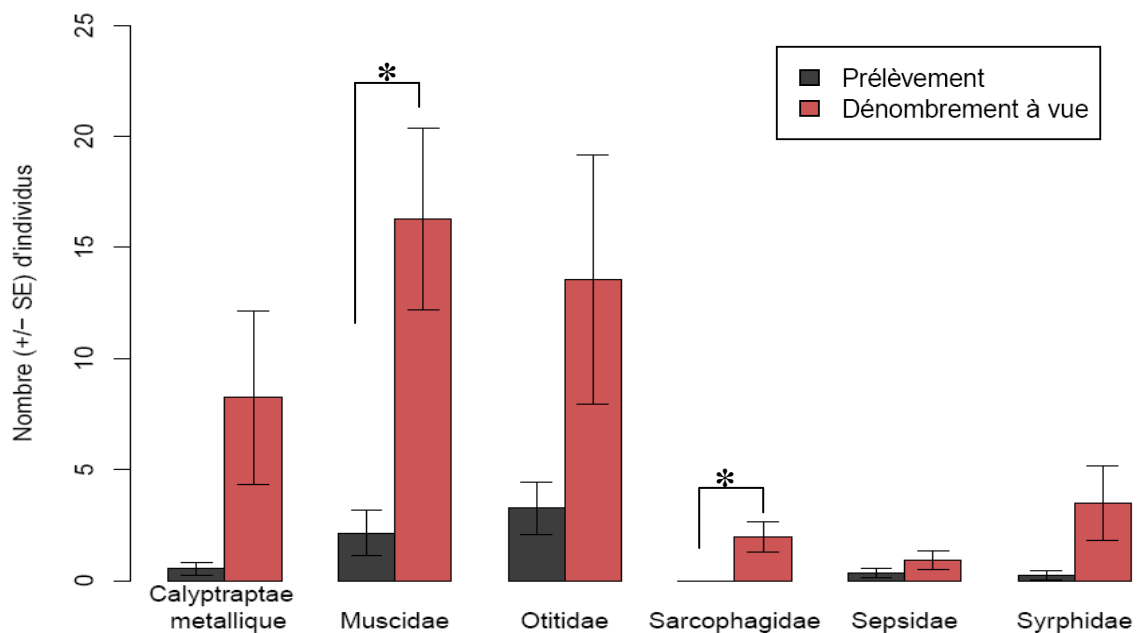


Figure 10 : Effectif moyen de chaque taxon indicateur obtenu selon deux méthodes de dénombrement (prélèvement d'échantillon et dénombrement à vue). L'effectif, ramené à un nombre d'individus pour 10 mètres de bordure échantillonnée, est moyenné sur 5 parcelles. Test de l'effet de la méthode de dénombrement sur l'effectif de chaque taxon obtenu : tests de Mann-Withney et de Wilcoxon. * $p < 0,05$.

3.2. Structuration de la communauté de Diptères

3.2.1. Résultats de l'analyse factorielle des correspondances

Nous avons réalisés une analyse factorielle des correspondances (AFC) afin de mettre en évidence l'influence de certains facteurs sur la composition en taxons indicateurs.

Seuls les deux premiers axes ont été retenus car la somme de leur contribution à la variance des données est de 75,75 %. La contribution cumulée des ces deux premiers axes étant supérieure à 70%, le modèle est adéquate (figure 11). La proportion de variance du nuage de points représentée par l'axe 1 est de 53,74%. Cet axe est associé du côté positif à la présence de Calyptratae (contribution de 44.11%) et du côté négatif à la présence d'Otitidae (contribution de 40.36%). La proportion de variance du nuage de points représentée par l'axe 2 est de 22,01%. Cet axe est associé du côté positif à la présence de Syrphidae (contribution de 67.77%) et du côté négatif à la présence de Calyptratae (contribution de 27.68%).

3.2.2. Structuration selon la localité de la parcelle

La composition en taxons indicateurs montre une variabilité selon la localité (figure 12). En particulier, la commune de Tan Rouge possède un profil sensiblement différent des communes du Sud et de Salazie. Ses parcelles possèdent relativement plus de Syrphes et de Calyptratae de coloration métallique que les autres. Au contraire, Salazie se démarque par sa plus forte abondance relative en Otitidae. D'autre part, les communautés des parcelles de la commune d'Entre-deux possèdent une plus forte abondance relative en Muscidae et Sarcophagidae. De plus, l'effet de l'altitude serait négligeable puisque la commune de Petite-Ile, située en altitude, contient une composition en familles assez proche des parcelles d'Etang salé, localisées proche du niveau de la mer. Chaque commune est caractérisée par un climat particulier, notamment au niveau de la pluviométrie. Les communes de Petite-Ile et Salazie sont ainsi des zones de fortes pluies, alors qu'à l'inverse, la commune Etang-salé possède un climat beaucoup moins humide. Les parcelles de ces trois communes présentent pourtant des profils proches, contredisant l'influence de la pluviométrie dans la structuration de la communauté.

On observe une valeur extrême, représentée par l'échantillonnage de la parcelle PI4 (Petite-Ile) le 19 mars (localisé en haut à droite de la figure 12), puisque située dans la périphérie du nuage de point. Si on la considère comme aberrante et donc qu'on l'enlève de l'analyse, on obtient une contribution cumulée des deux premiers axes à la variance des données de 71,32 %, et donc un modèle moins bien ajusté. La situation possède une composition en familles différentes des autres parcelles de Petite-Ile. Elle possède

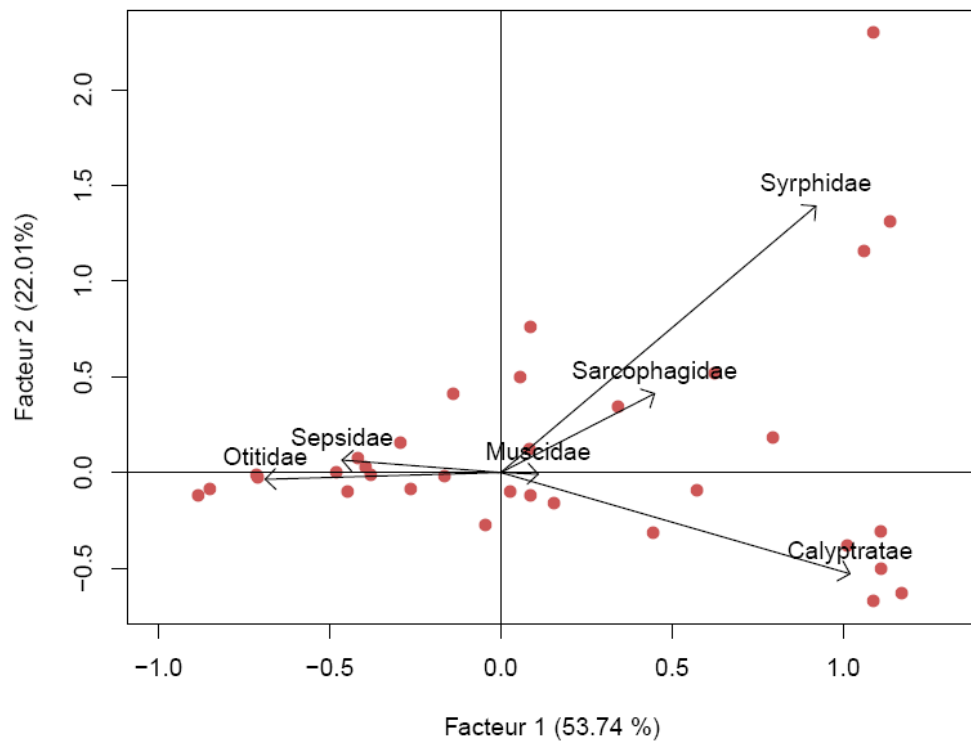


Figure 11 : Représentation de l'analyse factorielle des correspondances pour les 33 situations expérimentales (points) et les taxons indicateurs associés (flèches).

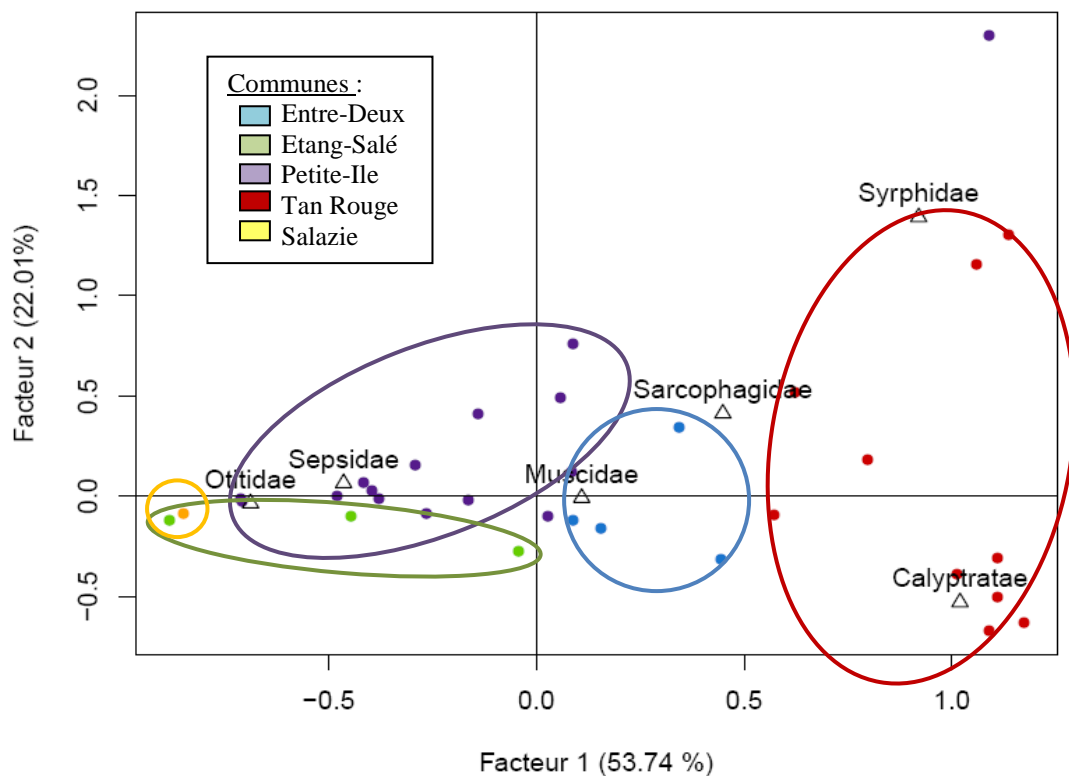


Figure 12 : représentation graphique de l'Analyse Factorielle des correspondances (AFC) pour les localités (points) et les taxons indicateurs associés (triangles).

relativement plus de Syrphidae, et possède un faible effectif total. Aucune explication biologique n'expliquant cette différence, on décide de ne pas la retirer du modèle.

Le lieu joue donc un rôle important dans l'abondance relative des taxons. Mais, on observe de grande variabilité au sein d'une même commune (notamment Tan rouge ou Petite-Ile). Par la suite, on s'attachera à expliquer cette variabilité en s'intéressant à l'effet des autres facteurs.

3.2.3. Influence de la parcelle

Elle ne peut être analysée que pour la commune de Petite-Ile qui possède un nombre suffisant de parcelle (5). On réalise alors une analyse factorielle des correspondances (AFC) spécifique aux données de Petite-Ile pour plus de clarté. Seuls les deux premiers axes sont retenus, leur contribution cumulée à la variance des données représentant 81.38 %, ce qui montre que le modèle est bien ajusté.

On observe que les parcelles possèdent une composition en taxons différentes les unes des autres (figure 13). La parcelle PI1 est composée majoritairement de Calyptratae et Muscidae, alors que la parcelle 3 possède une composition dominée par les Otitidae et Sepsidae. Les parcelles PI1 et PI2 sont géographiquement très proches, distantes de quelques mètres l'une de l'autre. Au vue de l'analyse, elle présente un profil assez semblable. Or, les parcelles sont caractérisées par un environnement particulier, notamment l'environnement floristique proche, ou l'exposition aux conditions climatiques (vent, soleil), ce qui pourrait expliquer la variabilité inter-parcelle observée. Deux parcelles proches, donc avec des environnements similaires, auraient donc un profil en taxon semblables.

3.2.4. Influence de la période

Les données étant trop peu abondantes pour les communes de Salazie, Entre-deux et Etang-salé, on s'intéresse exclusivement aux communes de Petite-Ile et Tan rouge.

La commune de Tan rouge montre trois sous-populations : une constituée majoritairement de Syrphidae, une constituée majoritairement de Calyptratae métalliques et la troisième se situant au milieu des familles de Syrphidae, Calyptratae métalliques et Sarcophagidae (figure 14). La commune comprend deux parcelles (B1 et T1), mais la deuxième (B1) n'est représentée que par un seul point, et on s'attache à expliquer la variabilité que pour T1. La parcelle et la densité de la bordure n'ont donc pas d'effet. On peut alors délimiter des périodes durant lesquelles la composition en taxons est similaire et différentes des autres périodes. La première décade de mars, la communauté de taxons est constituée en moyenne de 43,8% de

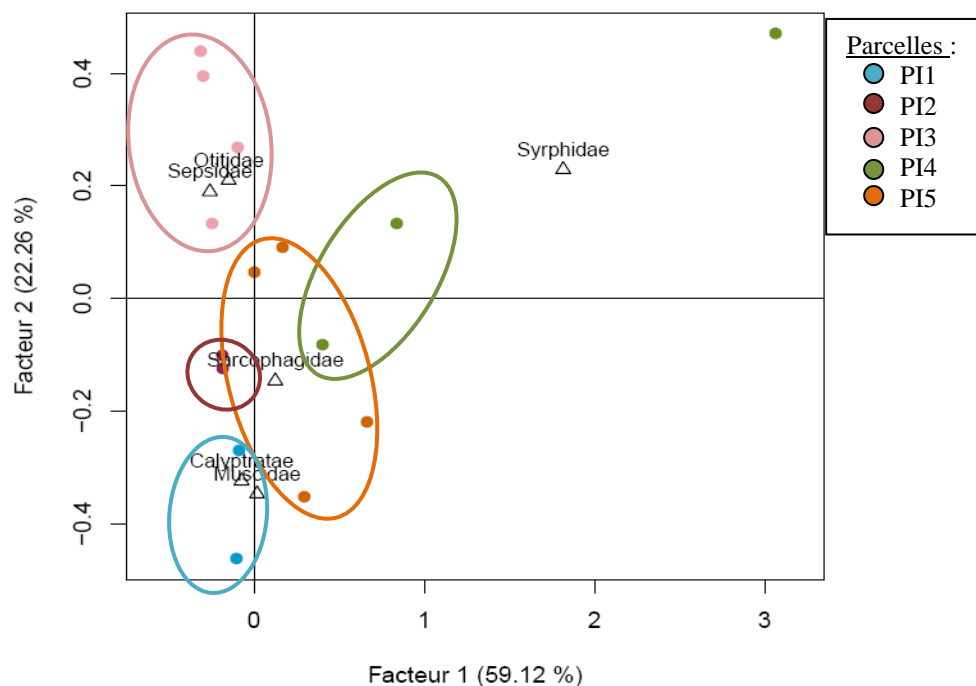


Figure 13 : représentation graphique de l'Analyse factorielle des correspondances pour les parcelles et les taxons indicateurs associés, pour la commune de Petite-Ile. L'axe 1 est associé du côté positif à la présence de Syrphidae (contribution de 90.00%) et du côté négatif à la présence d'Otitidae (contribution de 5.380 %). L'axe 2 est associé du côté positif à la présence d'Otitidae (contribution de 28.73 %) et du côté négatif à la présence de Muscidae (contribution de 49.07 %).

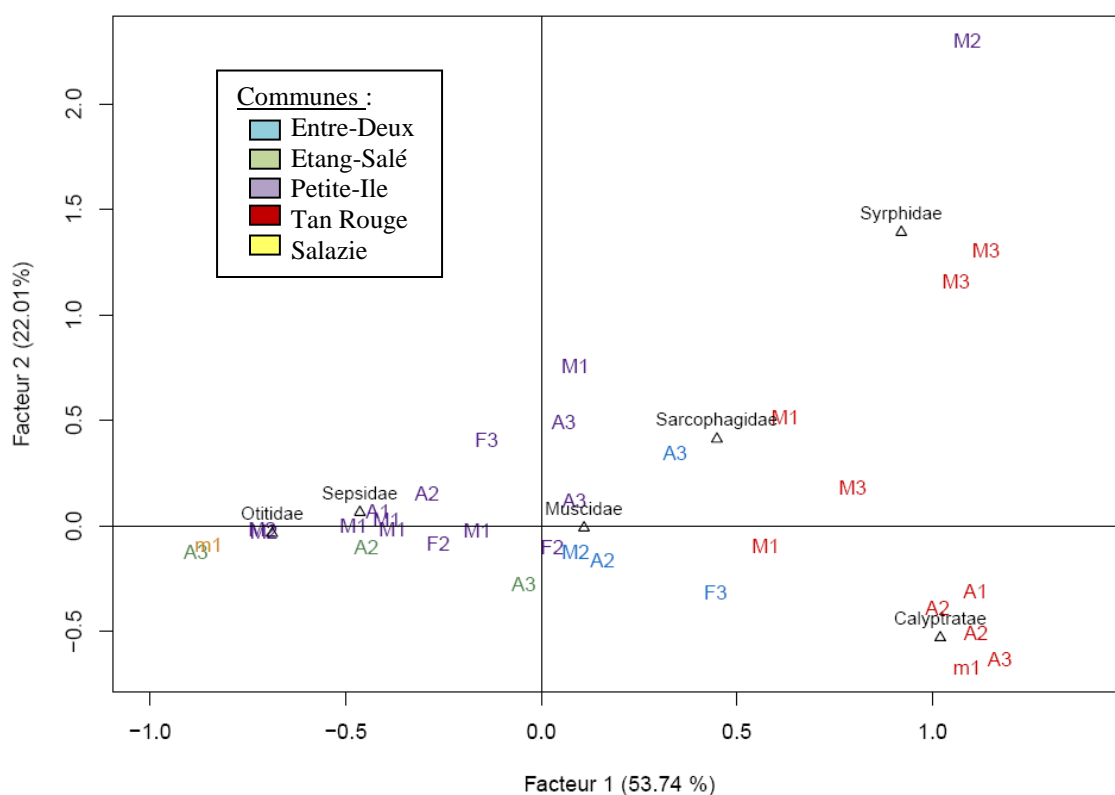


Figure 14 : représentation graphique de l'Analyse factorielle des correspondances pour les périodes et les taxons indicateurs associés. Les périodes sont définies par décade, la première lettre correspond au mois (F : février ; M : mars, A : avril ; m : mai), la deuxième au numéro de la décade (1 : 1^{ère} décade ; 2 : 2^{ème} décade ; 3 : 3^{ème} décade).

Muscidae et 26,5% de Calyptratae de coloration métallique. La troisième décade de mars est composée elle majoritairement de Syrphidae à hauteur de 44.9% et de Calyptratae de coloration métallique à hauteur de 27,0%. La troisième période correspond à une phase de forte abondance relative de Calyptratae (65,3%) et de Muscidae (20,0%).

Pour la commune de Petite-Ile, de manière globale, la période ne semble pas influencer sur la composition en taxons indicateurs. Si l'on tient compte de l'effet de la parcelle, l'analyse révèle alors des sous-populations à l'intérieur des parcelles qui correspondent à des périodes particulières (figure 15). Ainsi, la parcelle PI3 montre une variation temporelle dans l'abondance relative des taxons entre la première et la deuxième décade de mars, avec une augmentation de l'abondance relative des Otitidae et Sepsidae. La parcelle PI4, quant à elle, montre une évolution temporelle vers une abondance relative plus importante en Syrphidae.

L'effet de la période peut refléter l'influence du stade phénologique du maïs, puisque l'état de la plante piège évolue. C'est pourquoi nous analysons par la suite l'influence du stade phénologique sur les abondances relatives des taxons.

3.2.5. Influence du stade phénologique du maïs

Les données étant trop hétérogènes, nous ne pouvons pas visualiser un effet du stade défini selon des critères de taille et d'âge. En effet, nous ne disposons pas d'assez de parcelles dans la même commune qui montrent tous les stades de maïs (le plan est trop déséquilibré) (annexe 4 figure 1). On considère alors 4 phases, correspondant aux stades phénologiques du maïs, que l'on étudie conjointement à l'effet de la localité de la parcelle.

Pour les communes d'Entre-deux et Etang-Salé, on ne distingue aucune relation claire entre le stade phénologique et l'abondance relative des taxons. Cependant, pour Etang-Salé, tous les stades n'ont pas pu être analysés, et peu de données sont disponibles. Pour la commune d'Entre-deux, l'effet parcelle a été négligé, ne pouvant être pris en compte du fait de la pauvreté des données.

Pour l'analyse de la commune de Tan rouge, on retire le point correspondant à B1 de la commune de Tan rouge afin d'enlever l'effet du facteur parcelle. On décèle alors des sous-groupes, les mêmes que pour l'effet de la période, correspondant à des stades particuliers. Cependant, un point représentant le stade 3 se retrouve au milieu des points du stade 4. Il correspond à une période comprise entre celle du stade 3 et celle du stade 4, laissant penser que le stade phénologique de ce point ait pu être mal défini.

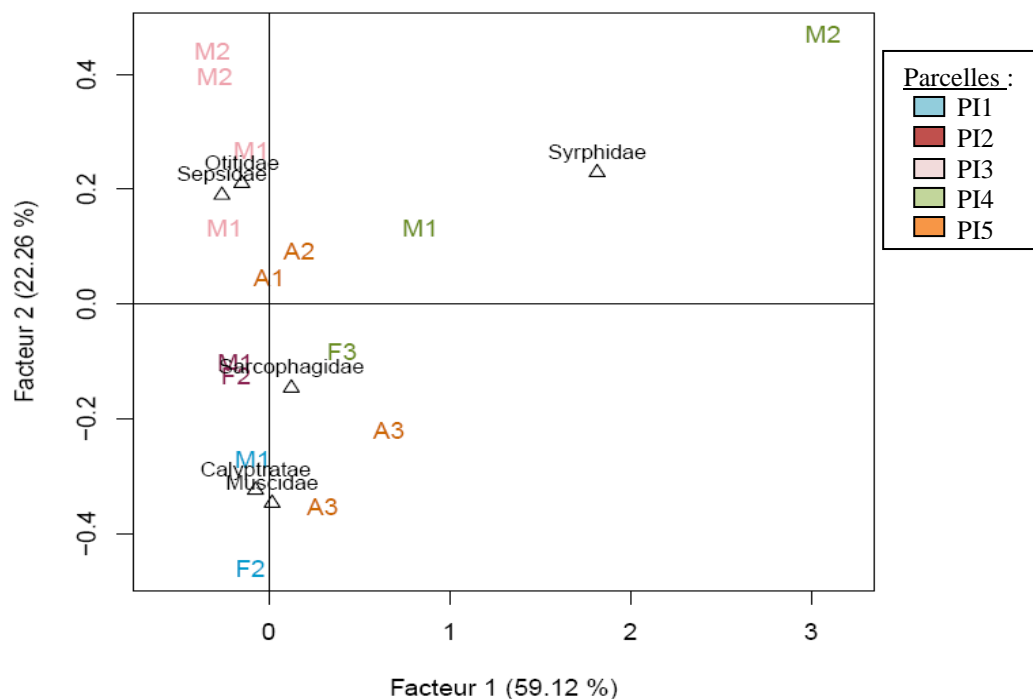


Figure 15 : représentation graphique de l'Analyse factorielle des correspondances pour les périodes et les taxons indicateurs associés, pour la commune de Petite-Ile. Les périodes sont définies par décade, la première lettre correspond au mois (F : février ; M : mars, A : avril ; m : mai), la deuxième au numéro de la décade (1 : 1^{ère} décade ; 2 : 2^{ème} décade ; 3 : 3^{ème} décade).

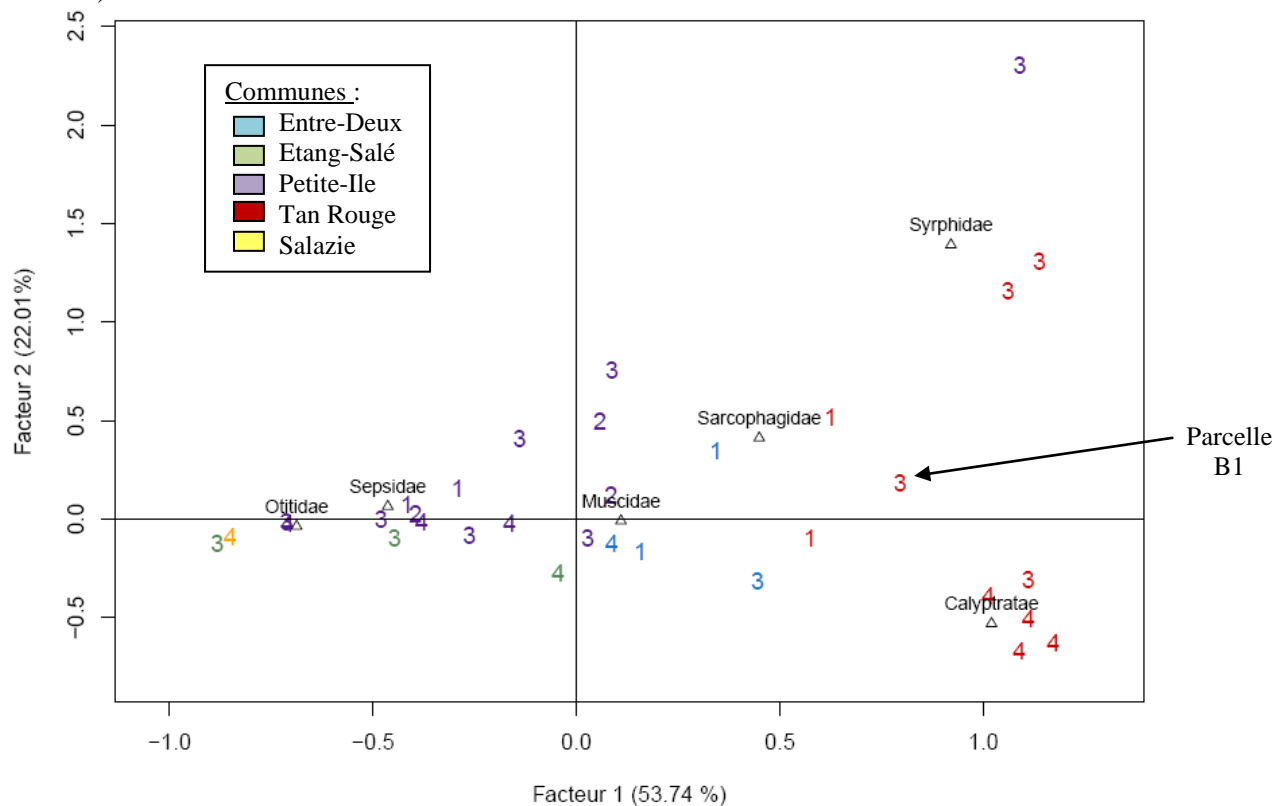


Figure 16 : représentation graphique de l'Analyse factorielle des correspondances pour les stades phénologiques (chiffres) et les taxons indicateurs associés (triangles).

Les résultats de l'analyse de variance mettent en évidence un effet significatif de l'interaction ($p = 0,007931$), ce qui revient à dire que les divers taxons montrent des préférences différentes pour certains stades. Ainsi, au stade 3, les Syrphidae représentent une part plus importante de la communauté que pour les autres stades. Le stade 4 est lui caractérisé par une plus forte abondance relative des Calyptratae de coloration métallique. On observe d'autre part, que l'abondance totale des taxons augmente avec le stade (figure 17). De plus, la significativité du test de l'ANOVA est due principalement au taxon des Calyptratae de coloration métallique qui montre une plus forte abondance au stade 4 (test post-hoc de Tukey : $p < 0,001$) (Annexe 4).

Pour la commune de Petite-Ile, l'effet du stade n'est pas clair. Certaines parcelles comme PI5, montrent une ségrégation de groupes correspondant aux stades phénologiques, alors que d'autres comme PI3, ne montrent pas de relations claires (figure 18). Les données sont ici insuffisantes pour conclure à un effet du stade sur l'abondance relative des taxons, mais il semble que soit plus des facteurs climatiques que le stade phénologique du maïs qui soient responsables de la variabilité temporelle observée pour une même parcelle.

3.2.6. Influence de la densité

Les parcelles d'une même commune ont la plupart du temps la même densité de bordure. Les regroupements observés de la composition en espèces suivant la densité reflètent ainsi l'effet de la localité. Nous ne pouvons donc pas tester son influence, puisqu'elle serait masquée par l'effet de la commune (annexe 5).

La structuration de la communauté varie en fonction de la localité de la parcelle. Pour les communes de Tan rouge et Petite-Ile, une variation intra-localité assez importante est observée. Elle est principalement due à l'effet de la parcelle pour la commune de Petite-Ile, et à l'influence du stade phénologique du maïs pour la commune de Tan rouge.

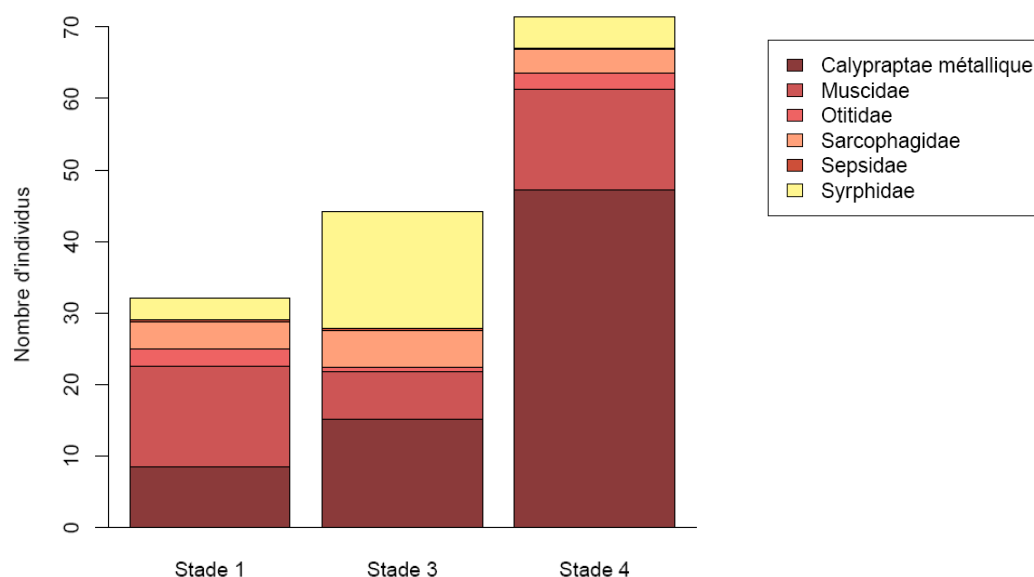


Figure 17 : Nombre moyen d'individus de chaque taxon en fonction du stade phénologique du maïs, pour la commune de tan rouge. Les effectifs sont calculés pour 10 mètres de bordure et moyennés sur respectivement 2, 3 et 4 répétitions (cf. figure 13).

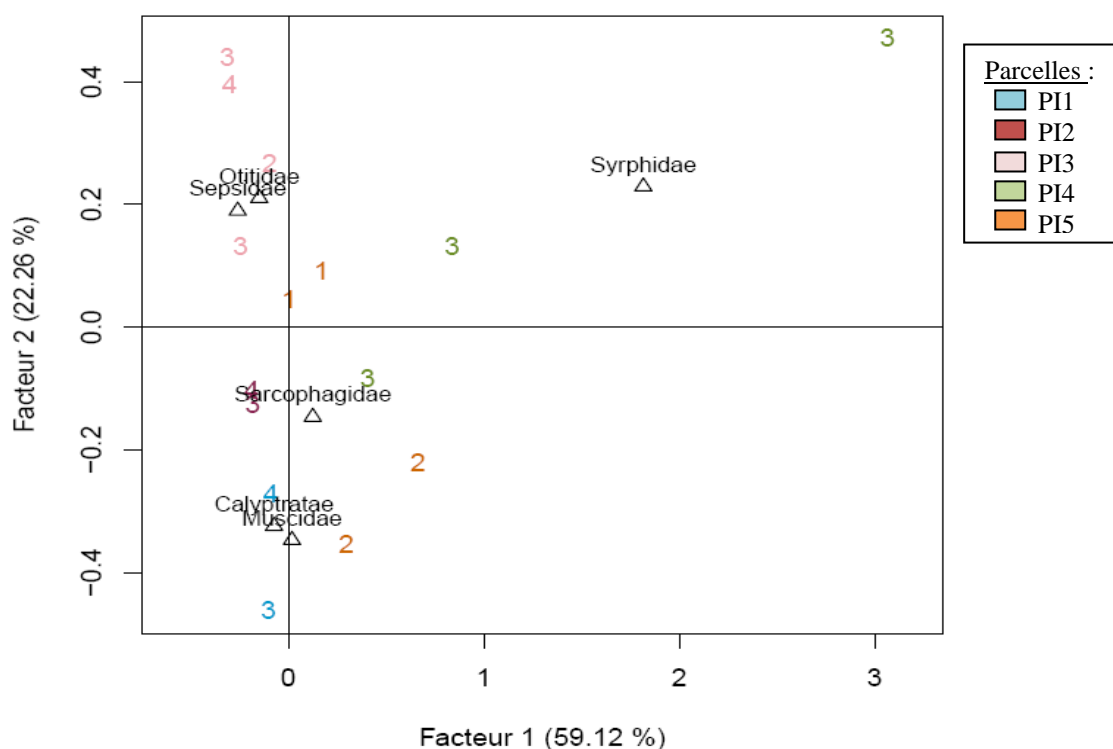


Figure 18 : représentation graphique de l'Analyse factorielle des correspondances pour les stades phénologiques (chiffres) et les taxons indicateurs (triangles) associés pour la commune de Petite-Ile.

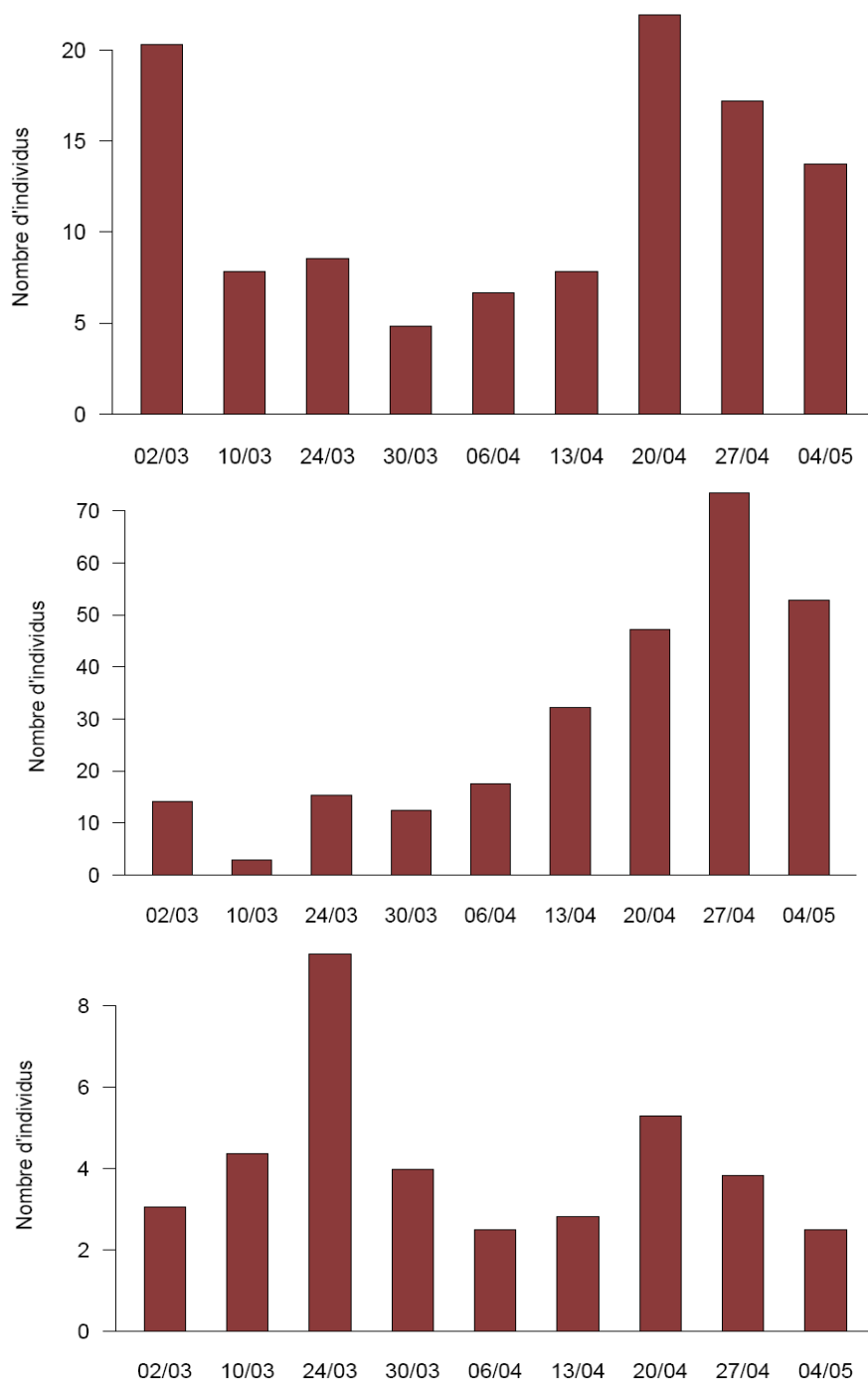
3.3. Evolution spatio-temporelle

3.3.1. Evolution temporelle au cours de la saison

Les différents taxons indicateurs présentent une évolution de leur abondance différente au cours de la saison agricole (figure 19). Les Muscidae et les Otitidae montrent une chute brutale de leurs effectifs entre le 2 mars et le 10 mars, puis une augmentation progressive dans les semaines ultérieures. La période du 3 au 9 mars est caractérisée par des pluies abondantes, avec en moyenne 11 mm d'eau par jour, ce qui pourrait expliquer la chute des effectifs observée. Les Muscidae ont un effectif à peu près stable dans la période qui fait suite, puis présentent un pic d'abondance le 20 avril. L'effectif diminue ensuite un peu dans les stades ultérieurs. Les Muscidae et Otitidae semblent ainsi particulièrement sensibles à la pluviométrie, ne permettant alors pas de déceler un effet du stade phénologique sur leur abondance respective. Les Calyptratae de coloration métallique présentent une augmentation progressive au cours de la période de relevé pour atteindre un pic d'abondance le 27 avril. La présence de nombreux pucerons sur le maïs a été observée en fin de période d'étude, mais n'a pas pu être quantifié. Elle pourrait expliquer la forte abondance de ces taxons observée en fin de saison. L'effectif des Sarcophagidae reste à peu près stable au cours du temps, avec un pic d'abondance le 24 mars, alors que la période précédent ce pic est caractérisé par des pluies abondantes. Les Sarcophagidae ne seraient alors pas autant sensibles à la pluviométrie que les autres taxons.

En considérant l'ensemble des taxons indicateurs, l'effectif est faible du 2 mars au 1^{er} avril, avec une abondance très faible le 10/03, les pluies étant particulièrement importantes durant cette période (figure 20). L'effectif augmente ensuite pour atteindre un pic le 27 avril (l'abondance double entre le 2 mars et le 27 avril). Pendant la période du 3 mars au 6 avril, les effectifs sont assez faibles et les pluies particulièrement importantes avec en moyenne 7.17 mm d'eau par jour. A l'inverse, la période terminal allant du 7/04 au 4/05 montre une hausse progressive de l'abondance et une pluviométrie faible, avec en moyenne 1.61 mm/jour. La pluviométrie marque en particulier le passage entre la période estivale et la période hivernale, qui pourrait jouer un rôle sur les populations.

L'abondance totale des taxons est plus importante en fin de période qui correspond à un climat plus hivernale, mais aussi à des bandes de maïs de stade phénologique 4 (sénescence). Elle est principalement due au taxon des Calyptratae de coloration métallique.



Stade phénologique : 1 1 3 3 3 4 4 4 4
du maïs

Figure 19 : Evolution de l'effectif de mouches sur bandes de maïs au cours du temps pour chaque taxon indicateur, (A) Muscidae, (B) Calypraptae de coloration métallique, (C) Sarcophagidae. Les effectifs sont calculés pour 10 mètres de bordure de la parcelle de Tan rouge.

Période	Du 3/03 au 9/03	Du 11/03 au 23/03	Du 25/03 au 31/03	Du 2/04 au 12/04	Du 14/04 au 19/04	Du 21/04 au 26/04	Du 28/04 au 3/05
Pluies (mm/jour)	11.07	10.92	2.64	0.82	0.17	1.25	5.92

Tableau 4 : Pluviométrie de la période d'étude de la parcelle de Tan rouge.

3.3.2. Evolution temporelle journalière

Les résultats montrent une différence dans l'évolution temporelle journalière des taxons. Les Muscidae, les Syrphae et les Sarcophagidae présentent un effectif à peu près stable entre 8h30 et 15h30, puis une chute importante entre 15h30 et le coucher du soleil (figure 21). Au contraire, les Calyptratae de coloration métallique montrent une diminution temporelle progressive de leurs effectifs (figure 21B). Ils sont significativement plus abondants à 8h30 qu'au coucher de soleil. Les Otitidae, quant à eux, présentent un pic d'abondance à 11h30 et un effectif nul au coucher du soleil. En considérant l'abondance des mouches dans son ensemble, on note une tendance à la diminution au cours du temps avec une chute brutale des effectifs entre 15h30 et le coucher du soleil (figure 22).

On assimile la diminution des effectifs au coucher du soleil au départ des mouches de la bordure de maïs pour la nuit. Il convient alors de s'intéresser à l'évolution temporelle des populations au lever du soleil, sachant qu'à 8h30, l'effectif est déjà très important.

Les résultats montrent ainsi que l'effectif total des taxons augmente fortement entre 7h00 et 8h00 (figure 23), et l'abondance globale des mouches montre un pic à 9h00. La composition en familles indicatrices varie également temporellement. Les premiers à arriver sur la parcelle sont les Muscidae et les Syrphidae. Les Calyptratae de coloration métallique sont quant à eux très peu nombreux avant 9h. Leur arrivée sur la parcelle se fait massivement entre 8h00 et 9h00.

Les mouches sont présentes en forte abondance sur le maïs dans la journée, en particulier dans la matinée. Leur effectif chute de manière significative au coucher du soleil, et est très faible voire nul pour certains taxons au lever du soleil. Il augmente ensuite progressivement au cours de la matinée.

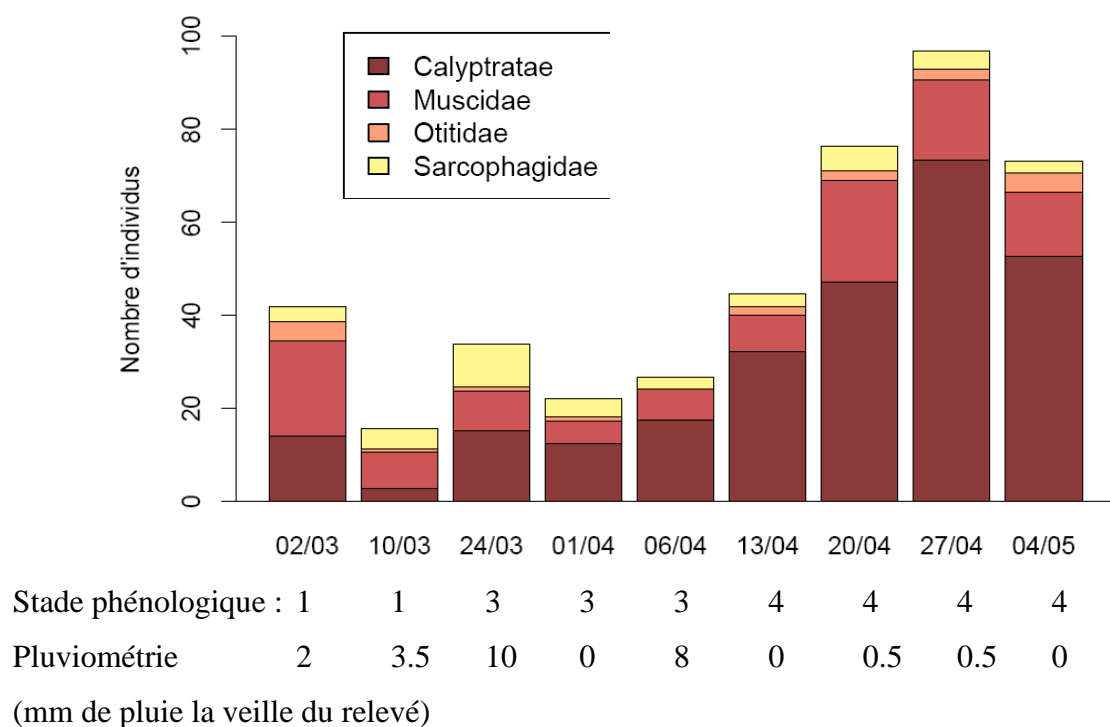
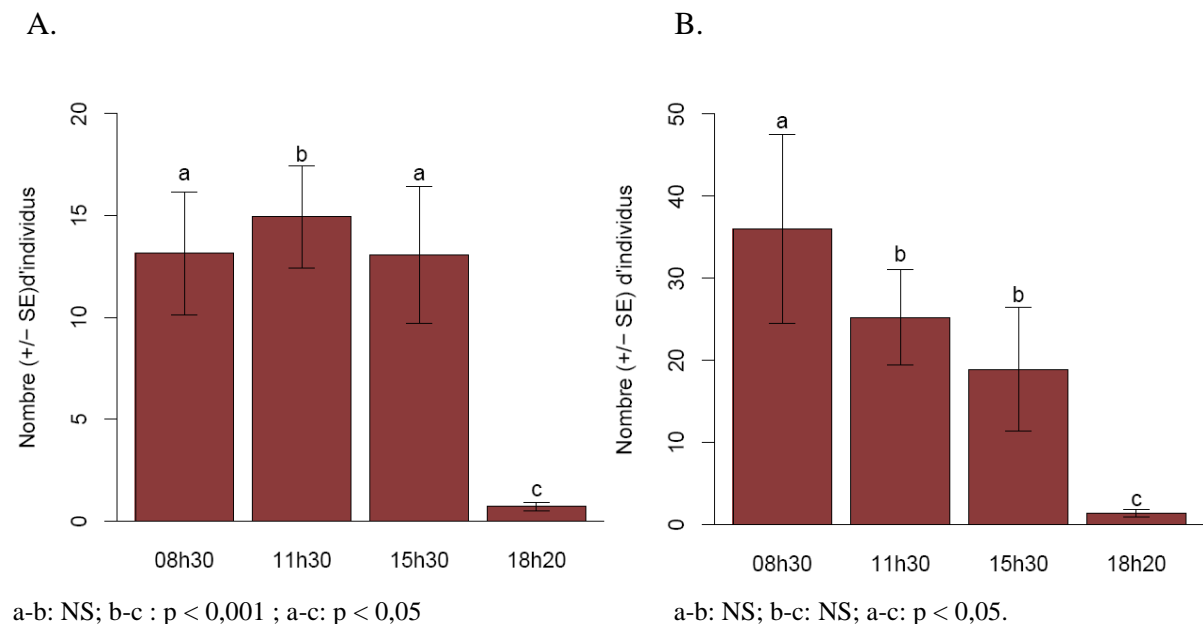


Figure 20: Evolution de l'effectif total des taxons indicateurs (Calypttratae de coloration métallique, Muscidae, Otitidae et Sarcophagidae) au cours du temps.



a-b: NS; b-c : $p < 0,001$; a-c: $p < 0,05$

a-b: NS; b-c: NS; a-c: $p < 0,05$.

Figure 21: Evolution temporelle journalière des taxons indicateur. (A) Muscidae, (B) Calypttratae métallique. L'effectif est calculé pour 10 mètres de bordure et moyenné sur 6 relevés (5 pour les Syrphes).

3.3.3. Evolution temporelle : le cas des Syrphidae

3.3.3.1. Evolution temporelle au cours de la saison

L'abondance des Syrphidae varie temporellement au cours de la saison (figure 24). Elle présente un pic dans la période du 24 mars au 1^{er} avril, et une certaine stabilité en dehors de cette période. Celle-ci correspond à la phase où le maïs présente ses inflorescences mâles, et libère du pollen. Les adultes de Syrphidae se nourrissant essentiellement de pollen, il convient d'analyser plus en détail, le comportement de notre taxon pendant cette période.

3.3.3.2. Evolution temporelle journalière

Les trois espèces présentent une évolution de leur effectif différente durant la matinée (figure 25). *M. annulipes* présente un pic d'abondance à 8h30, alors que qu'*A. nasuta* et *E. circularis* montrent une abondance assez faible et à peu près constante au cours du temps. De plus, l'effectif de *M. annulipes* est beaucoup plus important que les deux autres espèces, et son arrivée sur le maïs est plus précoce.

D'autre part, les résultats des tests binomiaux sur la localisation des espèces sur le plant de maïs montrent que *M. annulipes* se situe principalement au niveau de l'inflorescence mâle (test binomial : $p < 2,2.10^{-16}$), indiquant clairement un comportement pollinisateur. A l'inverse, *A. nasuta* et *E. circularis* se trouvent principalement au niveau des parties végétatives (tests binomiaux : $p < 2,2.10^{-16}$ pour les deux espèces) (figure 26).

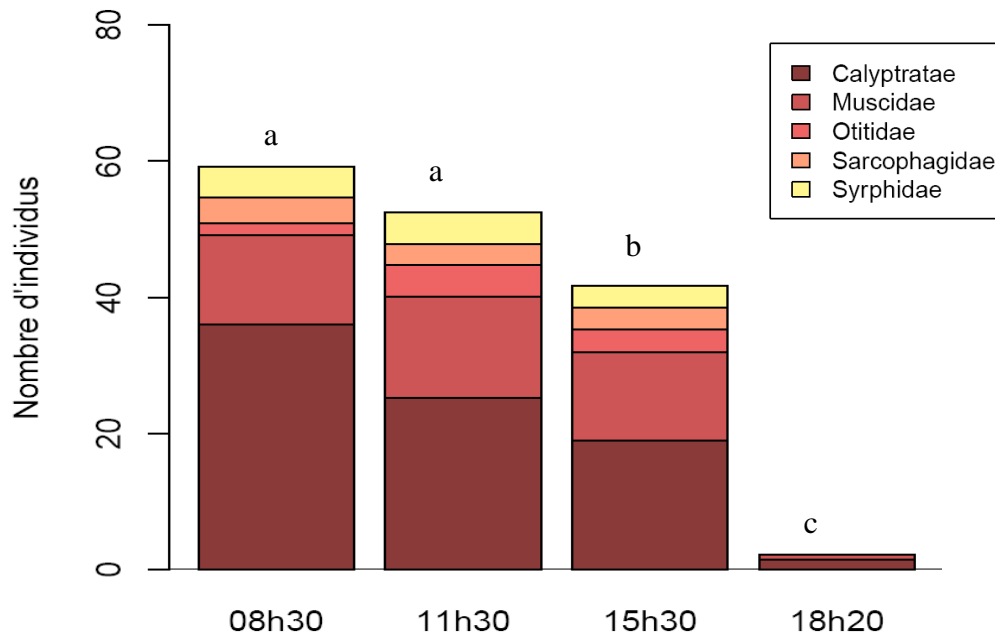


Figure 22: Evolution temporelle journalière des taxons indicateurs. Les effectifs sont calculés pour une bordure de 10 mètres de long et moyennés sur 6 relevés (5 pour les Syrphes). Test de l'ANOVA : a-c : $p < 0,01$; b-c : $p < 0,05$.

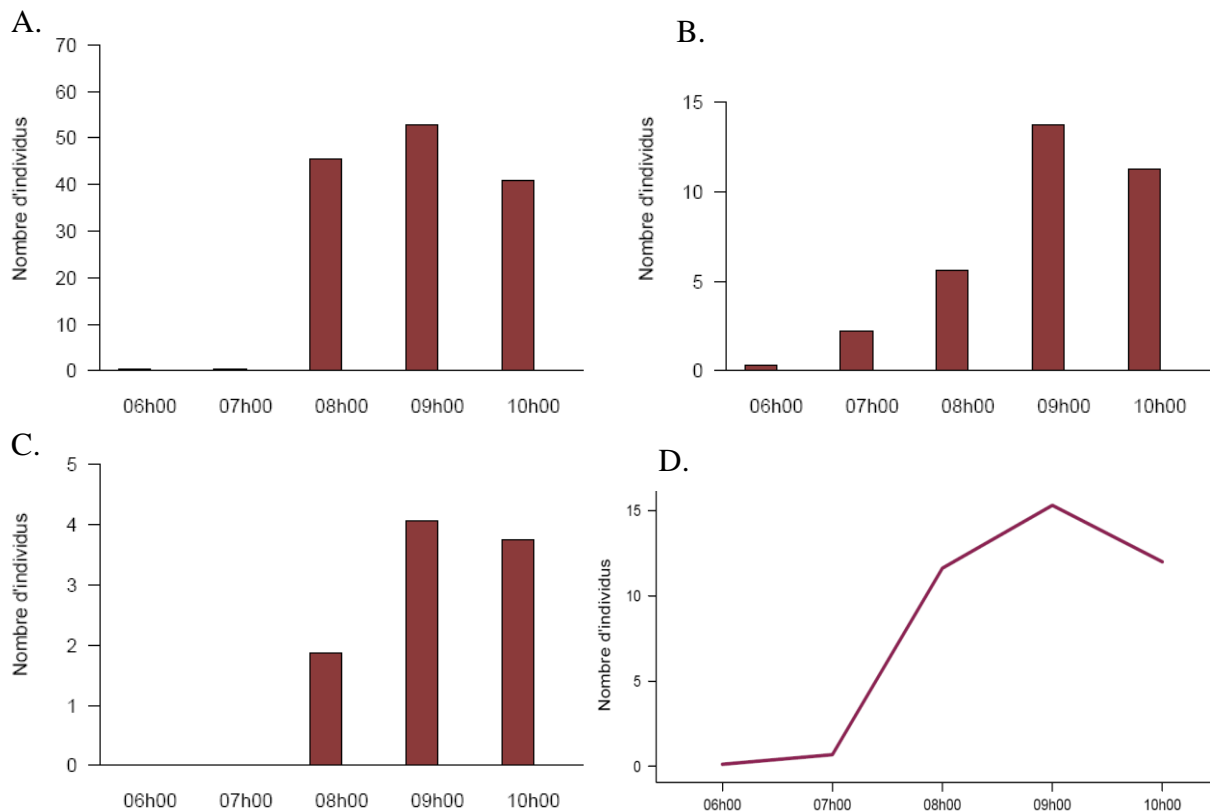


Figure 23 : Evolution temporelle de l'abondance des mouches du lever du soleil à 10h. (A) Muscidae, (B) Calyptratae de coloration métallique, (C) Otitidae, (D) Ensemble de la communauté. L'effectif est calculé pour 10 mètres de bordure. Il correspond à l'abondance de tous les taxons indicateurs sur la parcelle de Tan rouge le 4 mai.

3.3.4. Répartition spatiale des taxons indicateurs

Les individus se répartissent de manière hétérogène sur la bordure ou bande de maïs. De plus, pour toutes les parcelles, les individus des différents taxons semblent s'agréger au niveau des mêmes placettes (figure 27, annexe 7).

La composition floristique de l'environnement proche, la localisation de la placette (coin, centre ou extrémité de la bordure) qui simulerait un effet de bordure, la densité du couvert végétal du maïs (parfois hétérogène pour une même parcelle), ou encore une répartition hétérogène de sources de nourriture pourraient expliquer cette répartition.

A une échelle spatiale plus petite, les résultats des tests de proportion montrent que les Sepsidae et les Otitidae sont significativement situés plus au niveau de la strate haute que de la strate basse ou médiane (figure 28). A l'inverse, les Calypttratae de coloration métallique et Sarcophagidae se retrouvent plus au niveau de la strate médiane. Les Muscidae, quant à eux, se situent très peu au niveau de la strate basse, mais plutôt au niveau des strates haute ou médiane selon les parcelles.

Tous les taxons sont significativement plus localisés au niveau des parties végétatives (tige ou feuille) qu'au niveau de l'inflorescence mâle (figure 29). Cependant, on observe que les Otitidae (parcelles T1 et PI3) et les Sepsidae se situent au niveau de l'inflorescence dans de fortes proportions (30% environ). L'inflorescence mâle ne représentant pas plus de 15% de la plante, à surface égale, on peut considérer que l'inflorescence mâle concentre plus les individus de ces deux taxons que la partie végétative. Cela laisse supposer que les individus de ces espèces se nourrissent de pollen (pour les Sepsidae, le nombre d'occurrences total est cependant assez faible pour conclure à cet effet).

D'autre part, les Muscidae sur la parcelle PI3 se situent en proportion équivalente sur la partie végétative et l'inflorescence, mais ceci ne se retrouve pas sur les autres parcelles où le nombre total d'occurrence est bien plus élevé. La différence peut venir d'une variation de l'attrait des individus pour les inflorescences durant une période particulière (stade particulier). Les individus pourraient se nourrir de pollen à une période où celui-ci est en forte concentration et se nourrir d'autres substances dans d'autres périodes moins favorables.

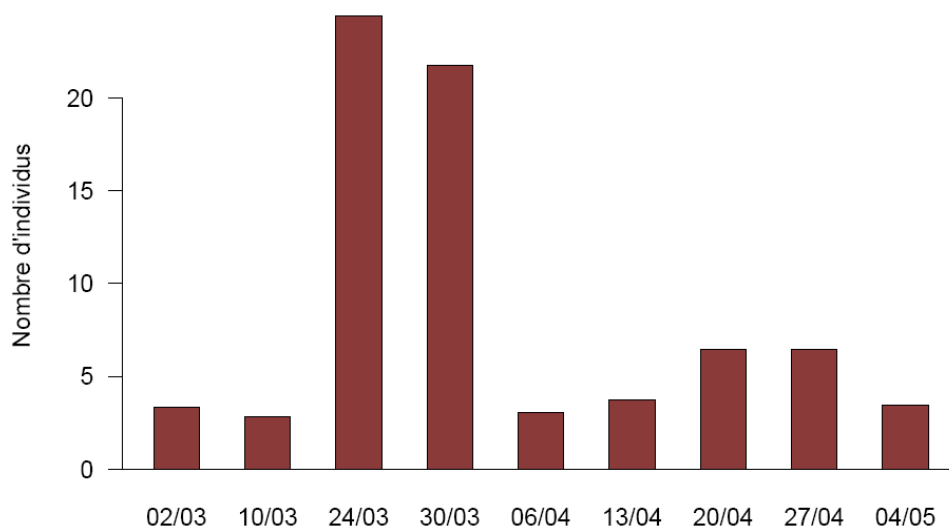


Figure 24 : Evolution de l'effectif des Syrphes sur bandes de maïs au cours du temps. Les effectifs sont calculés pour 10 mètres de bordure.

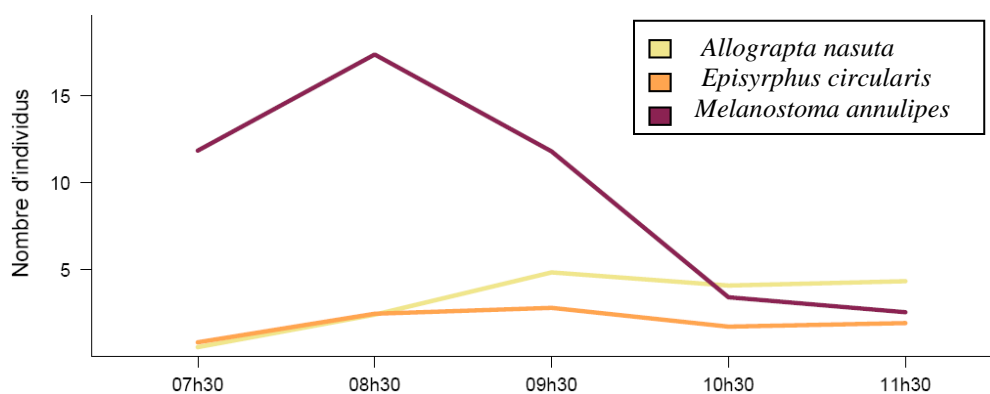


Figure 25 : Evolution temporelle des trois espèces de Syrphidae de 7h30 à 11h30. Les effectifs sont calculés pour 10 mètres de bordure de maïs et moyennés sur deux parcelles (Tan rouge et Petite-Ile). Pour les deux parcelles, la maïs est au stade de floraison.

IV. DISCUSSION

4.1. Aspect méthodologique

- **Une méthode d'étude adaptée**

L'étude de la structuration d'une communauté, réalisée en ne considérant seulement que quelques taxons indicateurs, est une méthode assez peu répandue. De manière classique, on réalise des mesures de la richesse spécifique et de la relative abondance des espèces pour étudier la structure de la communauté, et on identifie des indicateurs biologiques lorsqu'on veut évaluer le statut biotique/abiotique d'un environnement particulier (on parle alors d'indicateur environnemental), évaluer l'impact d'un changement environnemental (indicateur écologique), ou encore lorsqu'on souhaite évaluer la biodiversité d'un milieu (indicateur de biodiversité) (Lawton and Gaston, 2001 ; Perner et Malt, 2003). Döring et al (2003) distinguent également les indicateurs qui permettent d'atteindre les objectifs tout en minimisant le temps, les coûts et les efforts, avec néanmoins une perte d'information due à la simplification des résultats. Ce sont ces derniers indicateurs que nous avons définis, le temps alloué à l'étude étant limité. L'analyse utilisée (AFC) semble une bonne méthode d'étude, adaptée à nos données. Elle a permis de mettre en évidence certains facteurs environnementaux influant sur la structure des communautés, même si elle reste une méthode descriptive, d'exploration des données. D'autres analyses doivent être effectuées si l'on veut démontrer l'effet d'un facteur sur la structure de la communauté. Mise à part l'AFC, une analyse canonique des correspondances aurait également pu être employée pour l'étude, comme l'ont utilisés Boyer et Rivault (2006), celle-ci permettant en effet, de relier les abondances d'espèces à des variables environnementales.

- **Les taxons choisis : vers une meilleure connaissance des Diptères non ravageurs**

Nous n'avons considéré, dans notre étude, que les Diptères Brachycères d'une taille observable à l'œil nu. Les taxons retenus ne représentent ainsi qu'une partie de la communauté et les résultats ne peuvent pas être extrapolés à l'ensemble des populations. De plus, si l'on considère qu'un morphotype correspond à une espèce, le nombre d'espèces de chaque taxon indicateur défini pour l'étude est variable, ce qui ne permet à priori pas de comparer leurs effectifs.

Une des difficultés de l'étude réside également dans le manque de connaissances sur l'identification, la biologie et l'écologie des espèces choisies, ce qui rend l'interprétation des résultats difficile. En particulier, le taxon des Calyptratae de coloration métallique,

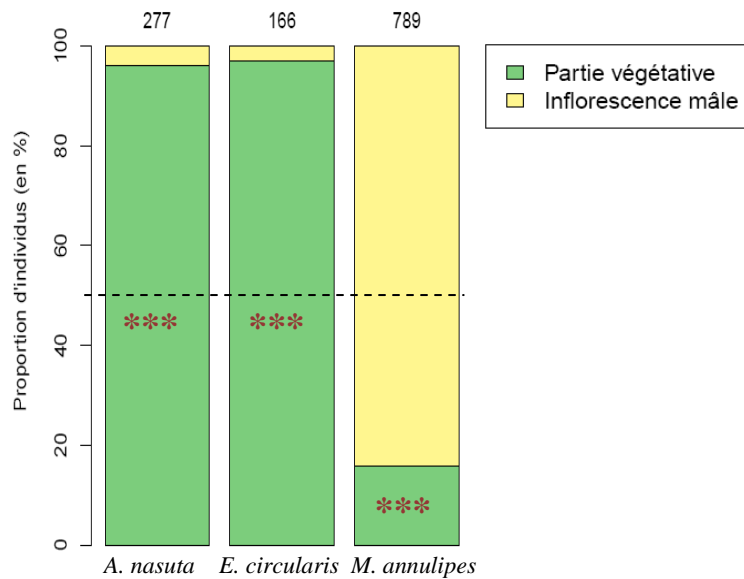


Figure 26: Répartition des individus sur le plant de maïs (partie végétative ou inflorescence mâle) pour chaque espèce de syrphes. Le nombre total d'occurrences (sommé sur les parcelles de Petite-Ile PI5 et Tan rouge TR) est noté au dessus des barres. *** : $p < 0,001$.

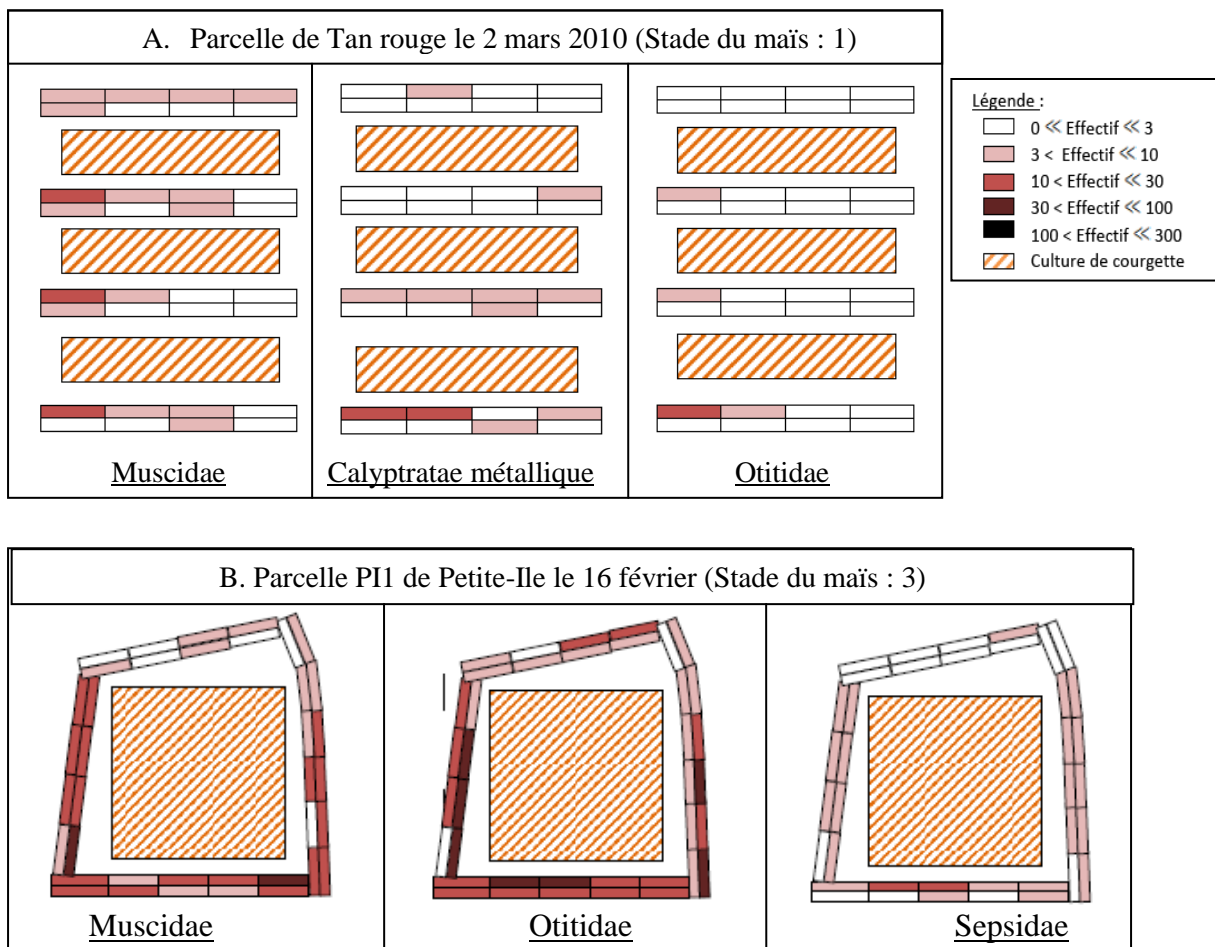


Figure 27: Répartition des mouches le long de la bordure ou des bandes de maïs. A. Effectifs des Muscidae et Calypttratae de coloration métallique pour la parcelle de Tan rouge, B. Effectifs des Muscidae, Otitidae et Sepsidae pour la parcelle de Petite-Ile PI5. Les classes d'abondance sont définies selon une échelle logarithmique.

probablement appartenant aux Calliphoridae n'a pas pu être identifié de manière précise. Mais l'étude contribue, même modestement, à l'évolution des connaissances de ces Diptères.

La méthode de dénombrement à vue est assez répandue dans l'étude des ravageurs tels que les Aphides (Lapchin et al., 1994), les Thysanoptères (Boll, 2003), les Téphitidae (Brévault et Quilici, 2000 ; Toulassi, 2008), mais assez peu dans les études de communautés d'Insectes. Elle semble cependant un bon moyen d'estimation des effectifs des mouches étudiés, d'autant plus qu'elle n'a pas d'impact sur les populations et est plus rapide que des méthodes de prélèvement d'échantillons. Des erreurs provenant de l'expérimentateur peuvent cependant être possible, notamment des erreurs de reconnaissances des taxons. Il existe également un risque pour l'observateur de comptabiliser deux fois le même individu, les Diptères étant des organismes assez mobiles, mais le but n'est pas d'avoir un dénombrement précis de la population mais un effectif pouvant être comparé d'une situation à une autre (le biais de l'observateur est supposé constant).

4.2.Structuration la communauté de Diptères

L'analyse multivariée nous a permis de mettre en évidence une variation de la structure de la communauté à différentes échelles de temps et d'espace. Les variations ainsi enregistrées peuvent refléter la sélection de l'habitat par chaque taxon indicateur.

- **Structuration à l'échelle régionale**

La structuration de la communauté varie géographiquement. Les communes les plus proches (Petite-Ile, Etang-salé, Entre-deux) possèdent une composition en familles indicatrices assez similaires. Les facteurs environnementaux tels que la température et pluviométrie peuvent alors jouer un rôle dans les variations observées. En effet, à l'île de La Réunion, les conditions climatiques sont très variables d'un site à un autre, du fait de la présence de hautes montagnes. On distingue d'une part une côte orientale pluvieuse exposée au vent d'une côte occidentale assez sèche car protégée par le relief, et d'autre part le bord de mer chaud des zones d'altitude relativement fraîches. Mais, si l'on considère seulement le facteur pluviométrie, les variations observées dans la structure des communautés ne reflètent pas les zonages pluviométriques. D'autre part, l'effet de l'altitude semble négligeable face à la zone géographique puisque les communes de Petite-Ile, Etang-salé et Entre-deux, relativement proche géographiquement, mais présentant des altitudes très différentes, montrent des profils semblables dans leur composition en taxons indicateurs. Il semble alors

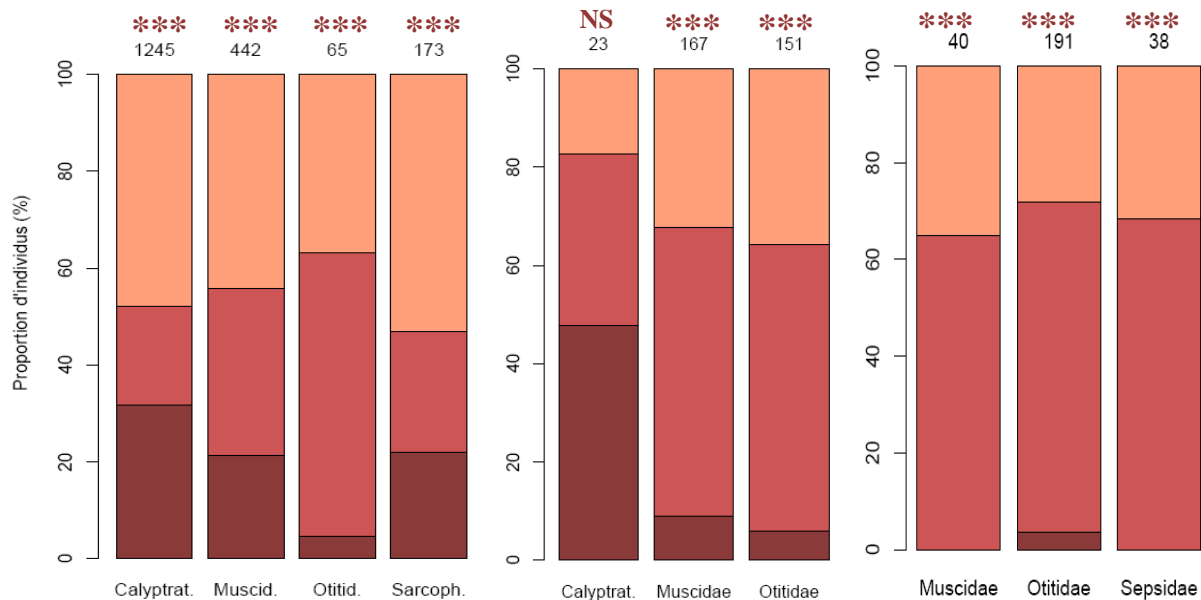


Figure 28: Répartition des taxons indicateurs sur le plant de maïs. (A) Parcelle de Tan rouge, (B) Parcelle Petite-Ile PI5, (C) Parcelle Petite-Ile PI3. Le nombre total d'occurrences est noté au dessus des barres. Pour chaque parcelle, on ne représente que les taxons pour lesquels le nombre d'occurrences totales est supérieur à 20. ■ Strate basse, ■ strate haute, ■ strate médiane.

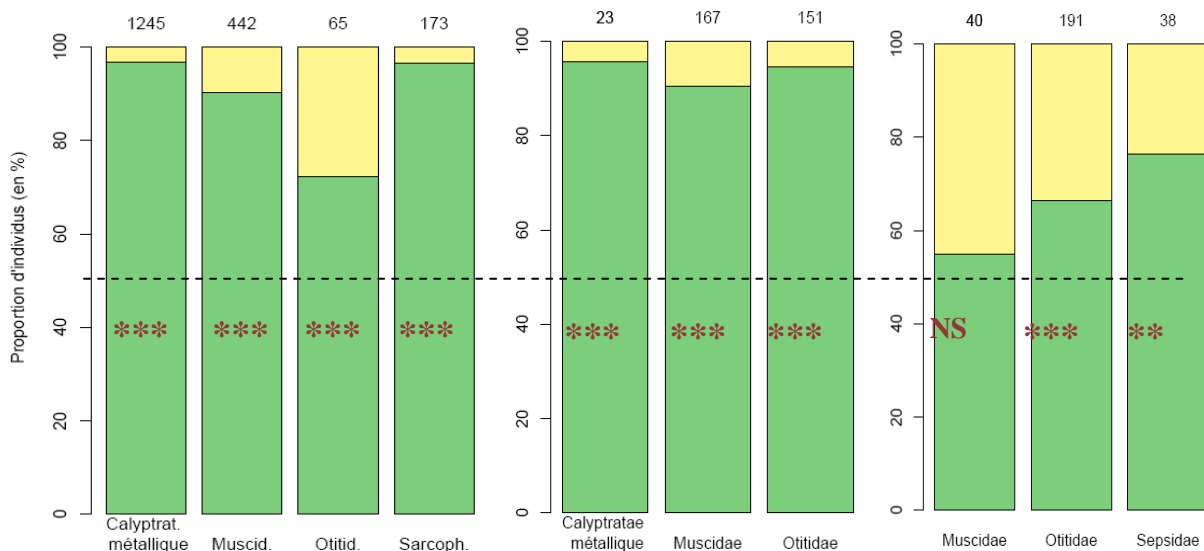


Figure 29 : Répartition des différents taxons sur les organes de la plante (*Zea mays*). (A) Parcelle de Tan rouge, (B) Parcelle Petite-Ile PI5, (C) Parcelle Petite-Ile PI3. Le nombre d'occurrence pour chaque position est ramené à un pourcentage. Le nombre total d'occurrences pour chaque taxon est reporté au dessus des barres. ■ Partie végétative ; ■ Inflorescence mâle. *** : $p < 0,001$, ** : $p < 0,01$; NS : test non significatif.

plus probable que ce soit l'influence combinée de plusieurs facteurs abiotiques (température, pluviométrie, altitude) qui soit responsable de la structure des communautés.

- **Structuration à l'échelle locale**

La structure de la communauté varie localement, dans une même région géographique. Les analyses ont en effet montré que les Diptères des parcelles d'une même commune se distinguaient les unes des autres par leur structure. L'environnement agricole pourrait avoir une influence sur l'abondance de certains taxons, en raison de leur écologie. Par exemple, la présence de bétails à proximité de la parcelle peut avoir un impact sur les espèces coprophages ou saprophages. L'environnement floristique peut aussi jouer un rôle, notamment pour les taxons floricole se nourrissant de pollen et nectar, comme les Syrphidae. De même, l'architecture de la parcelle (bandes ou bordure de maïs), ou encore un microclimat particulier (parcelle abritée ou non du vent) peuvent influencer sur ces communautés.

Pour une même parcelle, on enregistre également des variations dans l'abondance relative des taxons, faisant intervenir cette fois des facteurs propres à la bordure, ici le stade phénologique du maïs. Les taxons montrent en effet un attrait différent pour tel ou tel stade, en relation avec les caractéristiques différentes du maïs (libération de pollen en période de floraison, feuillage plus touffu pouvant servir d'abri aux stades finaux, etc.). Ainsi, les Syrphidae présentent un pic d'abondance décalé par rapport aux Muscidae et Calyptratae de coloration métallique, modifiant la structure de la communauté.

- **Interaction inter-taxon :**

La structuration de la communauté ne semble pas faire intervenir des interactions entre taxons. En effet, si l'on considère par exemple les Muscidae et les Otitidae, on peut observer leur présence en forte abondance au même moment sur une même parcelle (PI5 par exemple), et sur une même strate du plant de maïs (haute). Une quelconque ségrégation de leur niche écologique ne semble donc pas s'opérer. Pourtant, ce sont à priori toutes les deux des saprophages qui se nourrissent de matière organique en décomposition, et qui donc appartiennent au même guild. La théorie prédit en effet, qu'une forte compétition s'opère entre les espèces partageant les mêmes ressources (Hutchinson et Mac Arthur, 1959). On peut alors supposer que les taxons sont polyphages, se nourrissant probablement de nectar et pollen, ainsi que de matière organique en décomposition, permettant d'amoindrir l'effet d'une compétition inter-spécifique.

- **Dynamique temporelle de la communauté :**

Les effectifs des populations de mouches varient au cours de la période d'étude. Les individus montrent une abondance en fin de saison, principalement due au taxon des Calyptratae de coloration métallique du fait de leur importance sur la parcelle de Tan rouge. Plusieurs facteurs peuvent expliquer cette évolution. Les premiers, qualifiés d'abiotiques, correspondent aux facteurs climatiques (température de l'air, humidité, temps journalier d'ensoleillement) dont l'influence a été montrée sur les populations de certaines mouches des fruits (Chen & Ye, 2007). En effet, l'étude est réalisée dans une période charnière, puisqu'est située à la transition entre l'été très chaud et humide et l'hiver chaud et plutôt sec, les pluies étant ainsi plus faibles à la fin de la période d'étude. Les variations enregistrées pourraient alors refléter une dynamique saisonnière des mouches, telle que cela a été montré chez certains ravageurs comme les mouches des légumes ou les thrips (Boissot et al., 1998). Cependant, des observations de l'abondance des mouches de légumes (Téphritidae) durant la même période et sur la même parcelle d'étude permettent de déceler une augmentation des effectifs en fin de période d'étude, rappelant celle de la communauté de nos taxons indicateurs (annexe 6). Or, ces mouches des légumes présentent une dynamique annuelle avec un pic d'abondance durant la saison estivale, contredisant ainsi nos résultats. En considérant que l'augmentation des effectifs des Calyptratae métalliques et celle des mouches des Légumes en fin de période soient dues aux mêmes facteurs, on peut alors expliquer cette évolution par l'influence du développement du maïs. Mac Quate et al. (2003) ont en effet, montré que certaines mouches des légumes (*Bactrocera cucurbitaceae*) présentent une augmentation de leur population pendant et après le stade de floraison du maïs. Ces stades phénologiques post-floraison peuvent en effet être plus attractifs pour les mouches, du fait par exemple de la présence de pollen ou d'accumulation de matière organique sur les plants, les stades jeunes ne présentant pas une source alimentaire aussi diversifiée.

4.3. Les activités diurnes des Syrphidae sur le maïs

Les espèces de Syrphidae sont encore mal étudiées à La Réunion, et on ne connaît pas bien leur écologie et leur biologie. Les trois espèces montrent des différences de comportements dans leurs activités diurnes. En effet, *Melanostoma annulipes*, se retrouve en forte abondance sur la plante piège lorsque le maïs est au stade de floraison. D'autre part, les individus appartenant à cette espèce se retrouvent quasi-exclusivement sur les inflorescences mâles en période de libération du pollen, ce qui confirme le régime alimentaire de l'espèce constitué

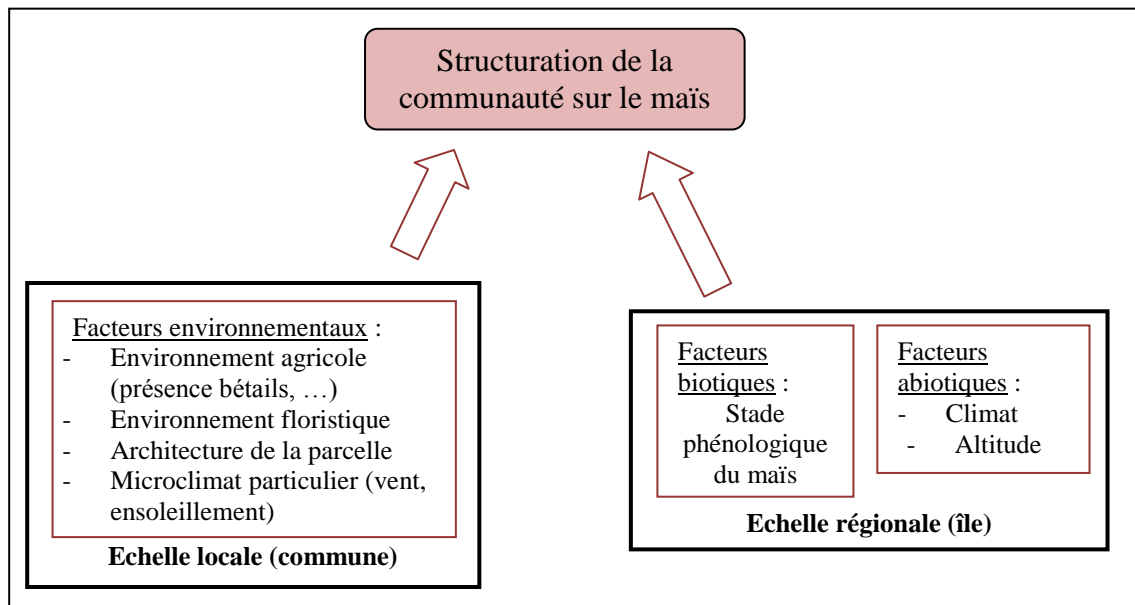


Figure 30: Facteurs influençant la structure de la communauté de taxons indicateurs.

essentiellement de pollen (Wratten et al., 1995) . En particulier, les femelles ont un fort besoin en protéines trouvées dans le pollen pour la maturation de leurs œufs, alors que les mâles nécessitent, eux, plus d'énergie retrouvé dans le nectar (Hickman, 1995). D'autres espèces de Syrphidae, notamment *Episyrphus balteatus*, se nourrissent de pollen et de nectar trouvés dans les bordures ou bandes herbacées (Cowgill, 1991), confirmant l'effet bénéfique de l'incorporation de biodiversité végétale dans les systèmes cultivés. Les deux autres espèces de Syrphidae étudiées, *Allograpta nasuta* et *Episyrphus circularis*, ne montrent, elles, pas de variations temporelles et sont minoritaires dans la communauté de Syrphidae étudiée. On les retrouve plus au niveau des parties végétatives du plant de maïs que des inflorescences. On peut cependant supposer que ces espèces s'alimentent de pollen déposé sur les feuilles.

D'autre part, l'espèce *Melanostoma annulipes* montre une variation temporelle journalière avec un pic d'abondance en milieu de matinée. L'émission du pollen, qui se fait essentiellement le jour, n'est elle non plus pas constante au cours de la journée, mais débute très peu de temps après le lever du soleil et passe par un maximum au milieu de la matinée. Le soleil se levant vers 6h00, le pic d'abondance observé chez *Melanostoma annulipes* vers 8h30, correspond donc au maximum de libération du pollen par le maïs. La réponse des syrphes est optimisée, le reste du temps pouvant être alloué à d'autres activités telle que l'oviposition des femelles, tel que cela a pu être montré chez d'autres espèces (Maier et Waldbauer, 1979).

Les larves aphidophages des Syrphidae trouvées dans les champs peuvent être utilisée comme moyen de lutte contre les Aphids. De nombreuses études se sont ainsi intéressé à sélectionner des espèces herbacées sur lesquelles les adultes de Syrphidae se nourrissent, à l'intérieur ou autour des cultures attaquées par les Aphids (Harwood et al., 1992; Hickman and Wratten, 1994). Notre étude contribue alors à l'établissement de la liste des espèces végétales de bordure attractives pour les Insectes bénéfiques, ici les Syrphidae. De plus, des études ont montré que ces ressources florales peuvent alors être intégrer à l'aménagement de l'agro-écosystème de manière à influencer positivement la distribution des Syrphidae (Cowgill et al., 1993; Lagerlof and Wallin, 1993).

4.4. Le maïs, un site de séjour privilégié pour les Diptères

L'étude a permis de mettre en évidence la forte concentration des Diptères sur le maïs, utilisé comme plante piège. Plusieurs hypothèses permettant d'expliquer cette forte abondance, peuvent être émises et déclinées en 5 grandes catégories. Ces hypothèses peuvent être considérées comme complémentaires et s'appliquer qu'à certains taxons particuliers :

(i) Le maïs constitue un réservoir alimentaire pour les diptères adultes, à la fois par l'accumulation de matière organique animale (miellat associé aux pucerons et cochenilles, cadavres d'insectes et matière organique en décomposition, excréments), de la présence de matière végétale (nectar, pollen, matière végétale en décomposition), et de la retenue d'eau au niveau des feuilles après des pluies. Il pourrait également servir à la nutrition des larves de Diptères. En effet, les Syrphidae au stade larvaire sont généralement prédateur de pucerons que l'on retrouve en forte concentration sur le maïs. Les larves des autres familles sont elles généralement saprophages ou nécrophages et pourraient bénéficier des matières organiques retrouvées sur les feuilles.

(ii) La plante de bordure constitue un site de reproduction privilégié. Des accouplements de Sepsidae ont été fréquemment observés lors des dénombrements, mais n'ont pas pu être quantifiés. Des pupes ont également pu être observées sur les feuilles de maïs, indiquant un rôle possible de la plante piège comme site d'oviposition.

(iii) Le maïs constitue un site de repos. A priori, il s'agit d'un site de repos diurne et non nocturne en raison des faibles effectifs observés aux lever et coucher du soleil. En effet, tous les taxons étudiés présentent une augmentation de leur effectifs depuis le lever du soleil jusqu'à atteindre une forte abondance au cours de la matinée. Au coucher du soleil, les effectifs sont très faibles voire nuls. Ce comportement simule celui des mouches des légumes (annexe 6).

(iv) Le maïs constitue un site de protection contre les conditions climatiques. Les mouches des légumes ont en effet tendance à se répartir sous les feuilles en temps de pluie ou lors de vent violent. Le comportement des autres diptères dans ces conditions n'a pas été déterminé, mais d'après nos observations qualitatives en champs, on peut émettre l'hypothèse que les autres diptères délaissent le maïs et migrent dans un autre type d'environnement végétal.

(v) Le maïs constitue un site de protection contre les ennemis naturels.



Figure 31 : Pucerons sur les feuilles de maïs au stade 4.



Figure 32: Mouche (Calyptratae de coloration métallique) s'alimentant sur du miellat.

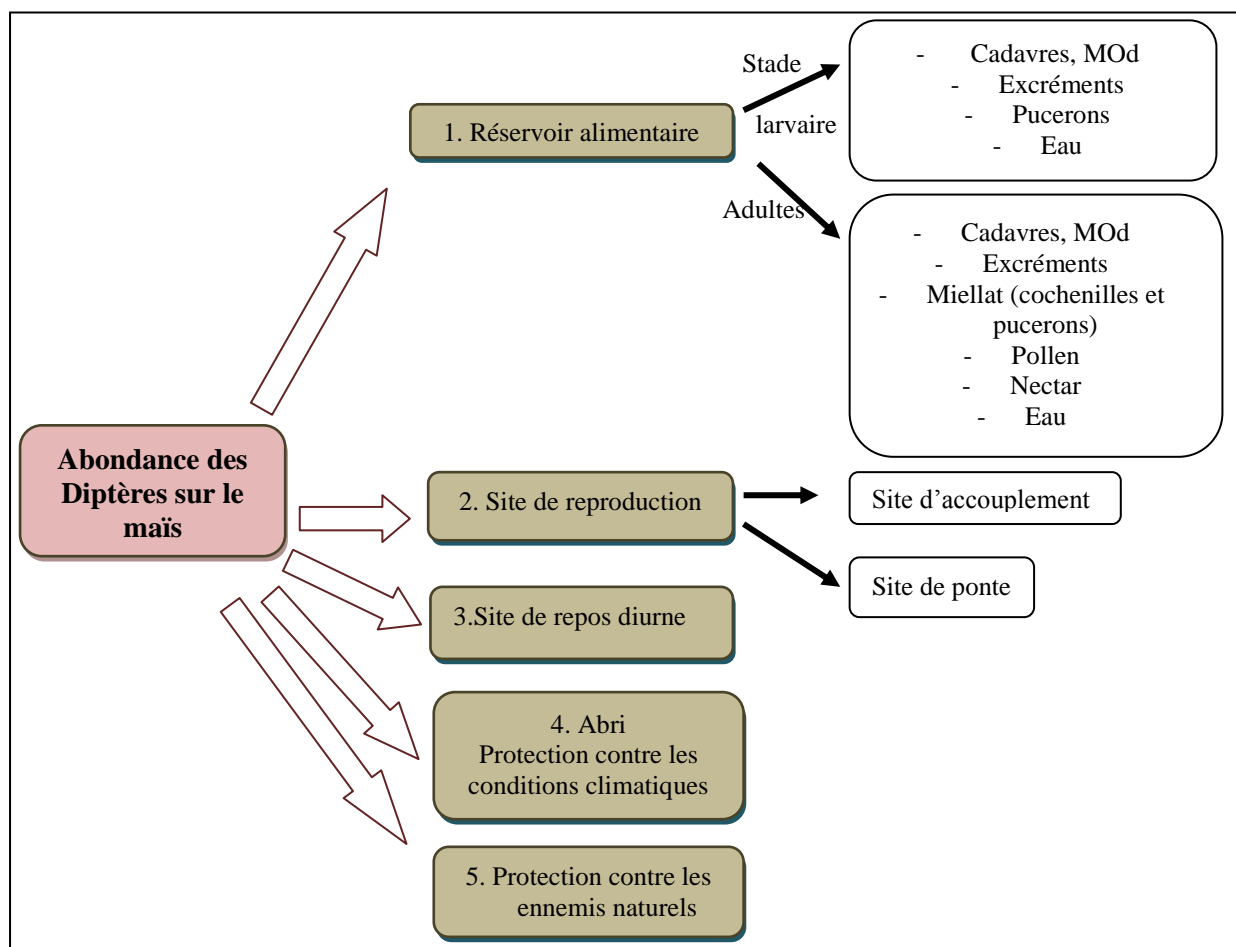


Figure 33: Les 5 hypothèses émises pour expliquer l'abondance des diptères sur le maïs.
 MOd : matière organique en décomposition.

4.5. Perspectives :

Afin de valider ou confirmer les hypothèses, il est nécessaire de réaliser des études complémentaires. En particulier, une étude comportementale des Diptères sur le maïs permettrait de mettre en évidence d'une part, des comportements différents entre les taxons indiquant un attrait différent du maïs en fonction des familles considérées. D'autre part, elle permettrait de comprendre le rôle joué par le maïs sur les populations.

Une autre manière de comprendre l'attrait du maïs pour les Diptères est de se focaliser sur les stades larvaires, et non plus exclusivement sur les stades adultes. En effet, les mouches pourraient se concentrer sur le maïs parce que celui-ci constitue un substrat favorable au développement larvaire. L'étude précise de l'écologie des larves constitue donc un point essentiel à la compréhension de la structuration de la communauté sur le maïs. Les facteurs influant sur l'abondance des populations peuvent en effet être à la fois des facteurs directs comme par exemple la présence, à un moment donné, de pollen dont se nourrissent les adultes Syrphidae, et à la fois des facteurs indirectes tel que la variation dans l'abondance des sources nutritives des stades larvaires (par exemple, la variation d'abondance de pucerons pourrait entraîner des variations dans les effectifs de Syrphidae adultes).

La méthode privilégiée par le CIRAD associe l'incorporation de plantes pièges à l'utilisation d'insecticide biologique sur ces zones. Le produit majoritairement utilisé est le Synéis-appât®, composé d'un attractif alimentaire et d'un insecticide. Il est ainsi nécessaire d'effectuer des tests sur les effets de ce produit sur les Insectes non visés par la technique. En effet, sur nos taxons, des expérimentations ont montré une certaine attractivité du Synéis-appât® sur les individus, suivie d'une mortalité (annexe 9).

CONCLUSION

Le maïs, utilisé comme plante piège à La Réunion, est attractif non seulement pour les Diptères ravageurs mais aussi pour les Diptères non ravageurs. L'attrait de ces mouches pour cette plante fait intervenir différents facteurs, et notamment la présence de sources alimentaires abondantes et variées.

L'étude a permis de mettre en évidence certains facteurs environnementaux comme le climat et facteurs biotiques comme le stade phénologique du maïs intervenant dans la structuration de la communauté. Elle contribue également à l'établissement des connaissances des Diptères non ravageurs, encore méconnu à La Réunion.

Il reste cependant à vérifier les hypothèses émises par la réalisation d'une étude comportementale qui aiderait à définir les activités des mouches sur le maïs, et de l'analyse des sources alimentaires potentielles des Diptères.

Références bibliographiques

- **Altieri M. A., Nicholls, C. I. (2004)** Biodiversity and pest management in agroecosystems, 2nd edition.
- **Atiama, T. (2008).** Interaction entre les mouches des cucurbitaceae et les plantes de bordure dans les systèmes horticoles à La Réunion. Mémoire de stage de Master 2 recherche. Cirad de La Réunion.
- **Boissot N., Reynaud B., Letourmy P. (1998)** Temporal analysis of western flower thrips (Thysanoptera: Thripidae) population dynamics on Reunion island. *Environ. Entomol.* 27, 1437—1443.
- **Boll, R. (2003)** Rapid visual estimates of Thrips (Thysanoptera: Thripidae) densities on cucumber and roses crops. *J. Econom. Entomol.*, **100**, 225-232.
- **Boucher, T. J., Ashley, R., Durgy, R., Sciabarrasi, M., Calderwood, W. (2003)** Managing the pepper maggot (Diptera : Tephritidae) using perimeter trap cropping. *Journal of economic entomology*, **96**, 420-432.
- **Boyer, S., Rivault, C. (2006)** Habitat selection and coexistence of invasive cockroach species (Dictyoptera) in sugar-cane fields on Réunion island. *Acta Oecologica*, **29**, 16–26.
- **Brevault, T., Quilici, S. (2000)** Diel patterns of reproductive activities in the tomato fruit fly, *Neroceratitis cyanescens*. Blackwell Science LD. *Physiological Entomology*, **25**, 233-241.
- **Chen, P., Ye, H. (2007)** Population dynamics of *Bactrocera dorsalis* (Diptera: Tephritidae) and analysis of factors influencing populations in Baoshanba, Yunnan, China. *Entomological Science*, **10**, 141–147
- **Cowgill, S.E. (1991)** The foraging ecology of hoverflies (Diptera: Syrphidae) and the potential for manipulating their distribution on farmland. Ph.D. Thesis, University of Southampton.
- **Cowgill, S.E., Wratten, S.D., Sotherton, N. (1993)** The effect of weeds on the numbers of hoverfly (Diptera: Syrphidae) adults and the distribution and composition of their eggs in winter wheat. *Ann. Appl. Biol.*, **123**, 491–515.
- **Deguine, J.P., Ferron, P., Russell, D. (2008).** Protection des cultures : de l'agrochimie à l'agroécologie, concepts et pratiques, application au cotonnier. Editions QUAE.
- **Dufrêne, M. (1992)** Biogéographie et Écologie des Communautés de Carabidae en Wallonie. Dissertation doctorale, Université Catholique de Louvain, 194 pp.
- **Everitt, B.S. (1978)** Graphical techniques for multivariate data. North-Holland. New-York.
- **Ferron, P., Deguine, J.P. (2005)** Crop protection, biological control, habitat management and integrated farming. A review. *Agron. Sustain. Dev.*, **25**: 17-24.
- **Gauch, H.G., 1982.** *Multivariate Analysis in Community Analysis*. Cambridge University Press, Cambridge, 298 pp.
- **Goncalves, P. A. S., Sousa e Silva, C. R. (2003)** Effect of different species of border plants on the population density of thrips and syrphids predators in onion crop. *Horticultura Brasileira*, **21**, 731-733.
- **Harwood, R.W.J., Wratten, S.D., Nowakowski, M. (1992)** The effect of managed field margins on hoverfly (Diptera: Syrphidae) distribution and within-field abundance. *Proc. Brighton Crop.*
- **Hickman, J.M., Wratten, S.D. (1994)** Use of *Phacelia tanacetifolia* (Hydrophyllaceae) as a pollen resource to enhance hoverfly (Diptera: Syrphidae) populations in sweetcorn fields. *IOBC Bulletin WPRS*, **17**, 156–167.
- **Hickman, J.M. (1995)** Pollen feeding by adults of the hoverfly *Melanostoma fasciatum* (Diptera: Syrphidae). *New Zealand Journal of Zoology*, **22**, 387-392
- **Hooks, C. R. R., Johnson, M. W. (2002)** Impact of agricultural diversification on the insect community of cruciferous crops. *Crop protection*, **22**, 223-238.
- **Hutchinson, G.E. MacArthur, R.H. (1959)** A Theoretical Ecological Model of Size Distributions Among Species of Animals. *Am Nat.*, **93**, 117.

- **Lagerlöf, J., Stark, J., Svensson, B. (1992)** Margins of agricultural fields as habitats for pollinating insects. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, **40**, 117-124.
- **Lagerlof, J., Wallin, H. (1993)** The abundance of arthropods along two field margins with different types of vegetation composition: an experimental study. *Agric. Ecosyst. Environ.* **43**, 141–154.
- **Lapchin L., Guyot H. et P. Brun (1994)** Spatial and temporal heterogeneity in population dynamics of citrus aphids at a regional scale. *Ecological research*, **9**, 57-66.
- **Lehrer, A. Z. (2003a)** Sarcophaginae de l'Afrique (Insecta, Diptera, Sarcophagidae). – *Entomologica*, **37**, 5–528.
- **Mc Quate, G.T, Vargas, R.I. (2007)** Assessment of attractiveness of plants as roosting sites for the melon fly, *Bactrocera cucurbitae*, and oriental fruit fly, *Bactrocera dorsalis*. *Journal of insect science*, **7**, 57.
- **Maier, C.T., Waldbauer, G.P. (1979)** Diurnal Activity Patterns of Flower Flies (Diptera: Syrphidae) in an Illinois Sand Area. *Annals of the Entomological Society of America*, **72**, 237-245.
- **Pont A. C., Meier R. (2002)** The sepsidae (Diptera) of Europe. *Fauna entomologica Scandinava*, **37**.
- **Perner, J., Malt, S. (2003)** Assessment of changing agricultural land use: response of vegetation, ground-dwelling spiders and beetles to the conversion of arable land into grassland. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, **98**, 169-181
- **Root, R. B. (1973)** Organization of a plant-arthropod association in simple and diverse habitats: the fauna of Callards (Brassica Oleracea). *Ecological Monographs*, **43**, 95-124.
- **Roughgarden, J., Diamond, C. (1986)** Overview : The role of species interactions in community ecology. In "*Community Ecology*", Diamond, J. & Case, T. J. (Eds.), Harper & Row, New York, 333-343.
- **Skidmore P. (1985)** The biology of the Muscidae of the world.
- **Sommaggio, D. (1999)** Syrphidae: can they be used as environmental bioindicators? *Agriculture, Ecosystems and Environment*, **74**, 343–356
- **Vayssières, J.F. (1999)** Les relations insectes-plantes chez les Dacini (Diptera, Tephritidae) ravageurs des cucurbitaceae à la Réunion. Thèse Muséum National d'Histoire Naturelle, Paris, 205 p.
- **Wiens, J. A. (1984)** On understanding a non-equilibrium world : myth and reality in community patterns and process. In "*Ecological Communities : Conceptual Issues and the Evidence*", Strong, D. R., Simberloff, D., Abele, L. G. & Thistle, A. B. (Eds.), Princeton University Press, Princeton, 439-457.
- **Wratten, S. D., A. J. White, M. H. Bowie, N. A. Berry, Weigmann, U. (1995)** Phenology and ecology of hoverflies (Diptera, Syrphidae) in New Zealand. *Environmental Entomology*, **24**:595–600
- **Zumt, F. (1958)** Calliphoridae (Diptera Cyclorrhapha) Part II: Rhiniini. Explor. Parc Nat. Albert. Miss. G.F. de Witte ((Bruxelles), fasc. 92, 1933-1935.

ANNEXE 1: Caractérisation des stades phénologiques du maïs

Stade 1 : phase végétative
Echelle BBCH : stade 10 à 39



Figure 34 :Plants de maïs au stade végétatif

Stade 2 : montaison (gonflement de la panicule)
et épiaison (sortie de l'inflorescence mâle)
Echelle BBCH : stades 40 à 59



Figure 35 : Plant de maïs au stade de l'épiaison (photo de droite : inflorescence mâle)

Stade 3 : Floraison des inflorescences mâle et femelle (protandrie
diminuant très fortement le risque d'autofécondation)
Echelle BBCH : stades 61 à 79



Figure 36 : Plant de maïs au stade 3.



Figure 37 : Inflorescence mâle (gauche) et femelle (droite) au stade 3.



Figure 38 : Plants de maïs au stade 4.

Stade 4 : Maturation des graines et sénescence
Echelle BBCH : stades 81 à 100



Figure 39 : Inflorescence mâle (gauche) et femelle (droite) au stade 4.

Annexe 2 :

Contribution à l'inventaire des arthropodes présents dans le maïs

Les Araignées

De manière non exhaustif, l'échantillonnage a révélé la présence de Salticidae dont une *Eliophanus sp.*, et de Thomisidae.

Les Hyménoptères

Les dénombrements à vue ont révélés la présence d'hyménoptères pollinisateurs de la famille des Apidae, de guêpes, et d'hyménoptères parasitoïdes.

Au laboratoire, l'identification des échantillons collectés sur le maïs à l'aide du D-vac a révélé la présence non exhaustif des familles d'*Ichneumonidae* et de *Braconidae*, toutes deux appartenant à la super-famille des Ichneumonoidae, à l'infra-ordre des Parasitica, et au sous-ordre des Apocrita. La présence du genre *Diplazon* (parasitoïdes de Syrphes) a été observée.



Figure 40 : Parasitoïde du genre *Diplazon*



Figure 41 : Coccinelle

Annexe 3 : Les taxons indicateurs

- 31 -

Le cycle de vie des Diptères brachycères :

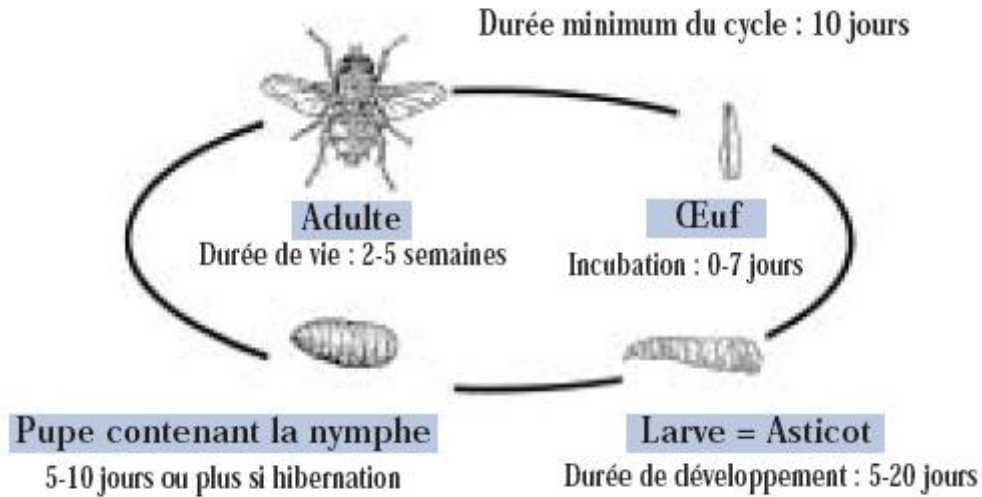


Figure 43 : Cycle de vie de l'ordre des Diptères.

Les Muscidae (Latreille 1802)

Les muscidae sont une des familles les plus cosmopolites de calyptrates. La famille est ici représentée par *Musca sp.* (Réaumur, 1730).

Position systématique :

Embranchement : Arthropode
Sous-embranchement : Hexapode
Classe : Insecte
Sous-classe : *Pterygota*
Infra-classe : *Neoptera*
Super-ordre : *Endopterygota*
Ordre : *Diptera*
Sous-ordre : *Brachycera*
Infra-ordre : Schizophora Calyptratae
Super-famille : Muscoidea
Famille : *Muscidae*



Figure 44 : Adultes de Muscidae.

Morphologie : Le stade adulte présente les caractéristiques suivantes : un hypopleuron sans soies fortes, un postscutellum non développé, le postabdomen des femelles sans spiracle sur le segment 6 (Skidmore 1985).

Ecologie : Les Muscidae sont pour la plupart ovipares, même s'il en existe des vivipares (Skidmore 1985). Les larves sont saprophages, coprophages ou phytophages. Les adultes sont saprophages, quelquefois hématophages et vecteurs d'organismes pathogènes.

Les Sarcophagidae (Haliday 1853)

La famille sera ici représentée par un morphotype.

Position systématique :

Embranchement : Arthropode
Sous-embranchement : Hexapode
Classe : Insecte
Sous-classe : *Pterygota*
Infra-classe : *Neoptera*
Super-ordre : *Endopterygota*
Ordre : *Diptera*
Sous-ordre : *Brachycera*
Infra-ordre : Schizophora Calyptratae
Super-famille : Tachinoidea



Figure 45 : Adultes de Sarcophagidae.

Ecologie du stade larvaire : Le développement larvaire des diptères de la famille Sarcophagidae se réalise sur de nombreux substrats nutritifs. En général, les larves sont polyphages, en se développant sur les substances d'origine animale et végétale en décomposition, dans les excréments, dans les cadavres de différents animaux vertébrés et invertébrés. Beaucoup sont saprophages et une partie d'elles sont spécialisées plus ou moins comme des parasites et vecteurs des agents pathogènes.

Le manque des substances animales détermine le développement larvaire d'un grand nombre Sarcophagidae sur les matières fécales. Ces espèces coprophages, comme celles créophages ou nécrophages, activant la décomposition des matières organiques, jouent un rôle très important dans l'assèchement du milieu ambiant. Les odeurs fétides de fermentation ou putréfaction attirent les femelles et stimulent leur ovi- ou larviposition (Lehrer 2003).

Ecologie du stade adulte :

Les Sarcophagidae sont larvipares ou ovilarvipares, c'est-à-dire ils déposent larves ou œufs dont, immédiatement, éclosent les larves. La plupart des sarcophagidae parasitent d'autres organismes tels que les Lépidoptères, les Orthoptères, les arachnides ou encore les annélides.

Certaines espèces sont myasigènes c'est-à-dire qu'elles ont tendance à déposer leurs larves sur les plaies préexistantes ou sur les muqueuses intactes de plusieurs espèces d'animaux homéothermes, provoquant des perturbations fonctionnelles et, parfois, même leur mort.

Les Calyptratae de coloration métallique - 32 -

Le taxon comprend au moins 4 morphotypes, appartenant aux familles de Sarcophagidae, Muscidae, Scatophagidae ou Calliphoridae.

Position systématique :

Embranchement : Arthropode
Sous-embranchement : Hexapode
Classe : Insecte
Sous-classe : *Pterygota*
Infra-classe : *Neoptera*
Super-ordre : *Endopterygota*
Ordre : *Diptera*
Sous-ordre : *Brachycera*
Infra-ordre : Schizophora Calyptratae



Figure 46 : Adultes de Calyptratae.

La famille des Calliphoridae (Hought, 1899) :

Les Calliphoridae ont l'aspect de mouches au corps robuste d'une taille de 4 à 16 mm aux couleurs métalliques bleu noir, bleu-violet, bleu-vert ou vert pour l'essentiel des espèces. Cette famille est riche de plus de 1500 espèces. Deux cent vingt huit espèces ont été recensées dans la région néotropicale et 113 en Europe.

Biologie/écologie (Zumpt, 1956):

Les Calliphoridae ont des écologies très variées : la plupart sont nécrophages, coprophages ou détritiphages, certaines sont prédatrices ou parasitoïdes d'escargots (le genre Melanomya Rondani) ou de vers de terre (des espèces des genres Bellardia, Onesia et Pollenia). Les femelles sont anautogènes, c'est-à-dire qu'elles ont besoin pour amener leurs œufs à maturité d'un apport de protéines qu'elles trouvent dans la consommation de cadavres. Certaines espèces sont des parasites « myasigènes » facultatifs ou obligatoires, c'est-à-dire que leurs larves se développent au dépens de tissus vivants de l'hôte vertébré, dont l'homme.

La majorité des espèces sont ovipares mais quelques unes sont vivipares.

Les Calliphoridae sont habituellement les tout premiers insectes parvenant au contact d'un cadavre où va se dérouler le développement de leurs stades larvaires, devant les larves de Sarcophagidae, muscidae ou celles d'autres familles nécrophages.

Les Otitidae

La famille est représentée par un seul morphotype dans notre étude.

Position systématique :

Embranchement : Arthropode
Sous-embranchement : Hexapode
Classe : Insecte
Sous-classe : *Pterygota*
Infra-classe : *Neoptera*
Super-ordre : *Endopterygota*
Ordre : *Diptera*
Sous-ordre : *Brachycera*
Infra-ordre : Schizophora Acalyptratae
Super-famille : Tephritoidea



Figure 47 : Adultes Otitidae.

Ecologie :

Les larves sont saprophages, quelquefois phytophages. Les adultes sont saprophages.

Les Sepsidae (Walker, 1833)

Il s'agit d'une petite famille de diptères d'écologie et de morphologie relativement uniforme. Elle comprend à ce jour 283 espèces décrites appartenant à 30 genres différents. De nombreuses espèces ont récemment été décrites des faunes afro-tropicale et orientale (Pont & Meier 2002). Dans notre étude, la famille est représentée par un seul morphotype.

Position systématique :

Embranchement : Arthropode
Sous-embranchement : Hexapode
Classe : Insecte
Sous-classe : *Pterygota*
Infra-classe : *Neoptera*
Super-ordre : *Endopterygota*
Ordre : *Diptera*
Sous-ordre : *Brachycera*
Infra-ordre : Schizophora Acalyptratae
Super-famille : Sciomyzoidea



Figure 48 : Adultes de Sepsidae.

Morphologie et caractéristique :

La plupart des espèces ont un corps fins ressemblant à celui des fourmis (2 à 6 mm de long), avec une tête sphérique, un corps principalement sombre et quelques soies (Pont &

Meier 2002). Les ailes sont enfumées à l'apex de du dernier rameau de la nervure radiale. Ce sont des mouches actives, avec une démarche rapide caractéristique, accompagnée par un mouvement d'ailes.

Ecologie :

Les larves sont coprophages et saprophages. Les sepsidae jouent incontestablement un rôle important dans la décomposition des excréments du bétail et peuvent être considérée à ce titre comme des insectes bénéfiques (Pont & Meier 2002).

Les Syrphidae

Les Syrphes sont une famille de Diptères, certainement la plus grande avec plus de 5 000 espèces décrites. La famille est ici représentée par trois espèces : *Melanostoma annulipes* (Macquart, 1842), *Allograpta nasuta* (Macquart, 1842), *Episyrphus circularis* (Hull, 1941).



Figure 49 : Adultes de Syrphidae. *Allograpta nasuta* (droite), *Episyrphus circularis* (centre), *Melanostoma annulipes*(gauche).

Position systématique :

Embranchement : Arthropode
Sous-embranchement : Hexapode
Classe : Insecte
Sous-classe : *Pterygota*
Infra-classe : *Neoptera*
Super-ordre : *Endopterygota*
Ordre : *Diptera*
Sous-ordre : *Brachycera*
Infra-ordre : Aschiza
Super-famille : Syrphoidea

Caractéristiques :

Elles sont souvent colorées, de taille comprise entre 4 à 35mm. Ils effectuent souvent des vols sur places caractéristiques.

Ecologie :

Les œufs, blanchâtres et allongés, sont alors déposés par la femelle sur le feuillage des plantes, à proximité des colonies de pucerons. Pour d'autres espèces, les larves sont saprophages ou encore phytophages.

Les adultes nécessitent du nectar pour l'énergie et du pollen pour la maturation de leur système reproducteur (Schneider 1948; Chambers 1988). En comparaison avec le régime alimentaire homogène des adultes, les larves montrent un large spectre alimentaire, incluant des phytophages, mycophages, saprophages et zoophages (Sommaggio 1999). Une large proportion de larves de syrphidae est prédateur d'Insectes, majoritairement des Aphides.

ANNEXE 4:

Influence du stade phénologique du maïs sur la structure de la communauté

AFC avec le stade phénologique comprenant la taille et l'âge du maïs :

On ne peut pas mettre en évidence un effet de la taille du maïs. Le nombre de répétitions est cependant trop faible pour visualiser un tel effet.

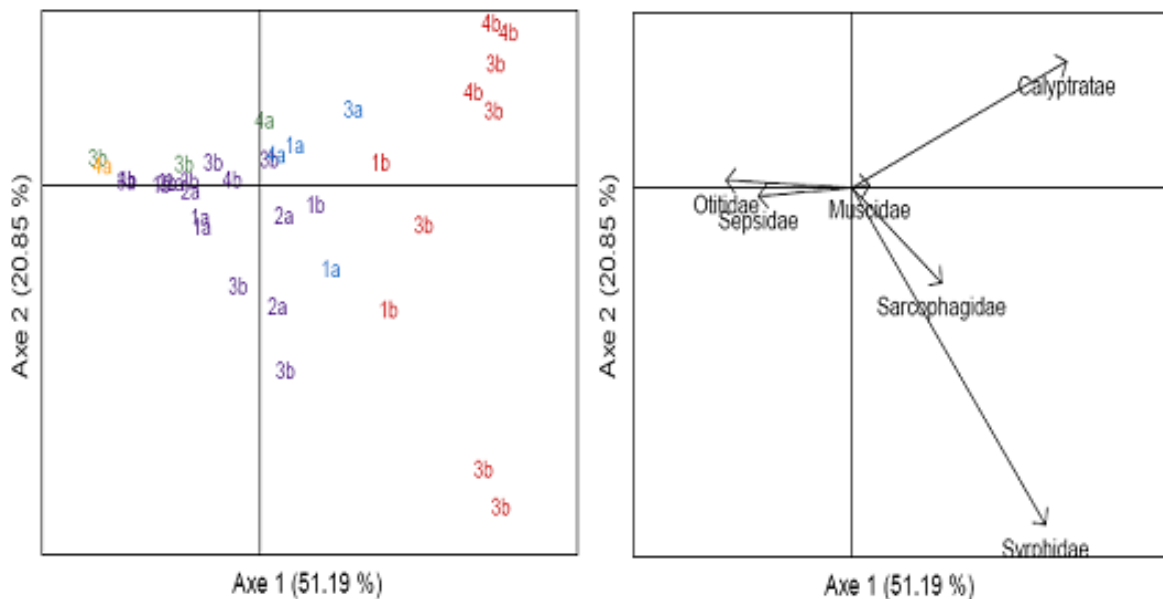


Figure 50 : Représentation de l'analyse factorielle des correspondances pour les stades de maïs et les taxons associés. La contribution de l'axe 1 est de 51,19%. La contribution de l'axe 2 est de 20,85%.

Influence du stade phénologique du maïs défini selon son âge :

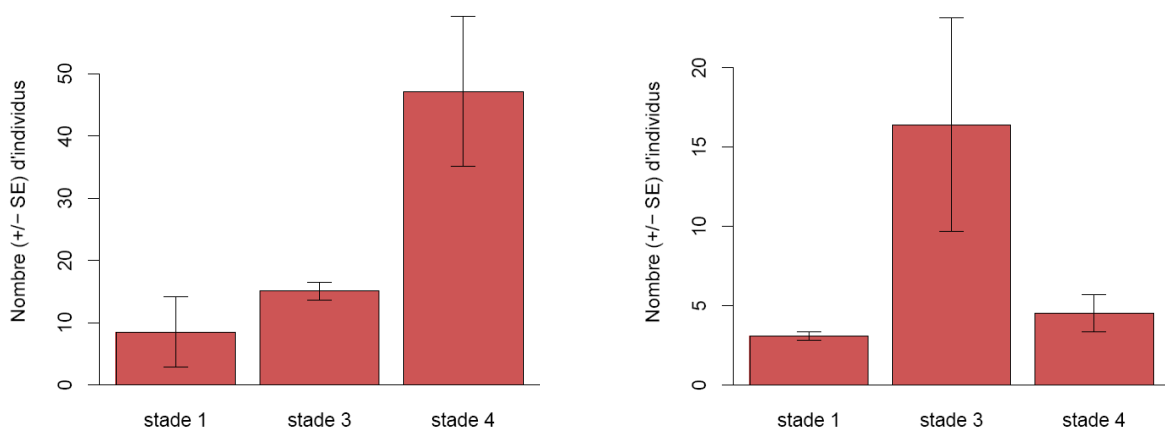
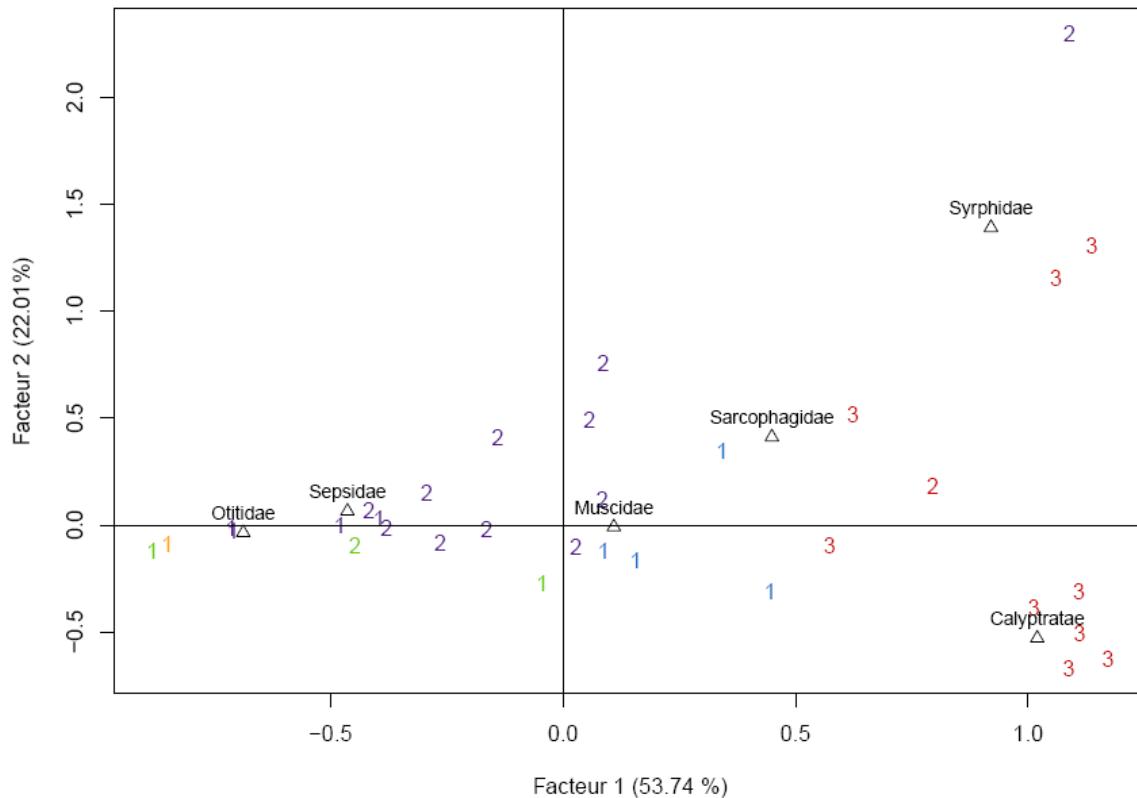


Figure 51: Effectif des taxons en fonction du stade phénologique du maïs. (A) Calyptratae, (B) Syrphidae. Parcelle de Tan rouge. Les effectifs sont calculés pour 10 mètres de bordure et moyenné sur 2 situations pour le stade 1 et 4 stades situations pour les stades 3 et 4. *** : $p < 0.001$.

ANNEXE 5 : Représentation graphique de l'analyse factorielle des correspondances pour les densités et les taxons associés.



ANNEXE 6 : Evolution temporelle au cours de la saison

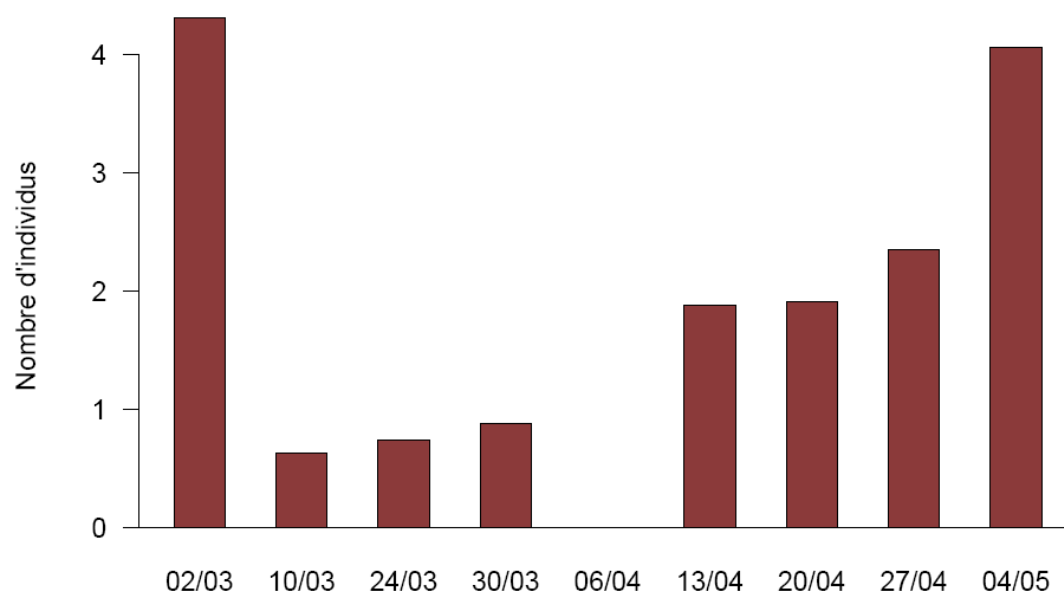


Figure 53 : Evolution temporelle au cours de la saison pour les Otitidae. Les effectifs sont calculés pour 10 mètres de bordure de maïs de la parcelle de Tan rouge.

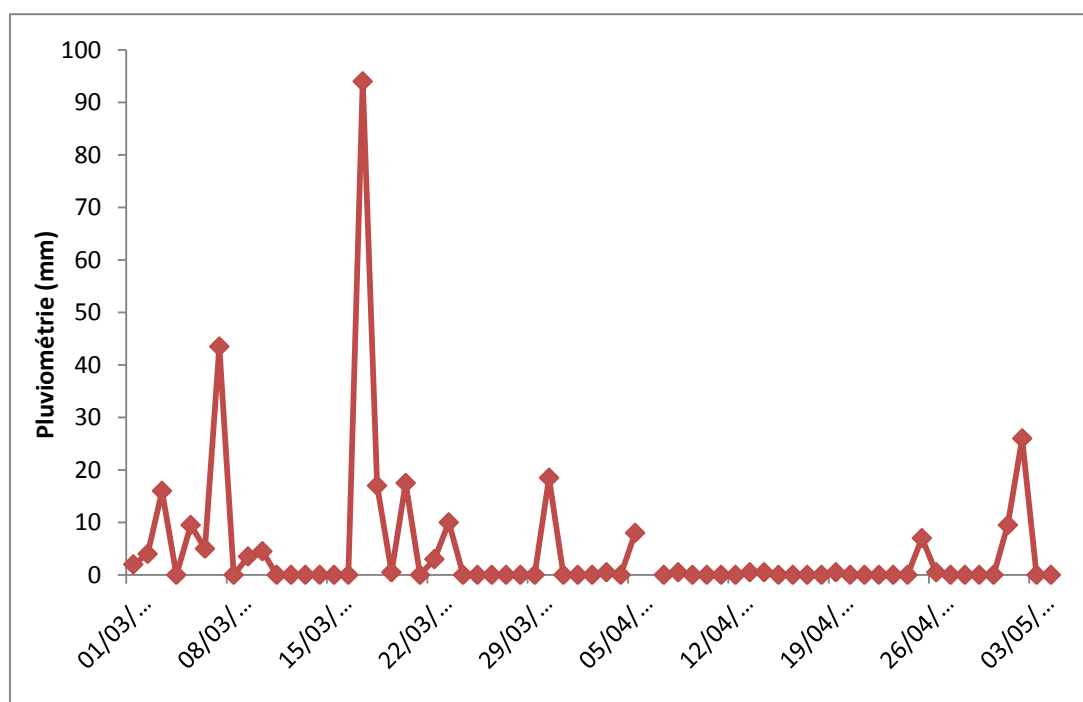


Figure 54 : Pluviométrie de la période d'étude.

ANNEXE 7 : Répartition spatiale des taxons

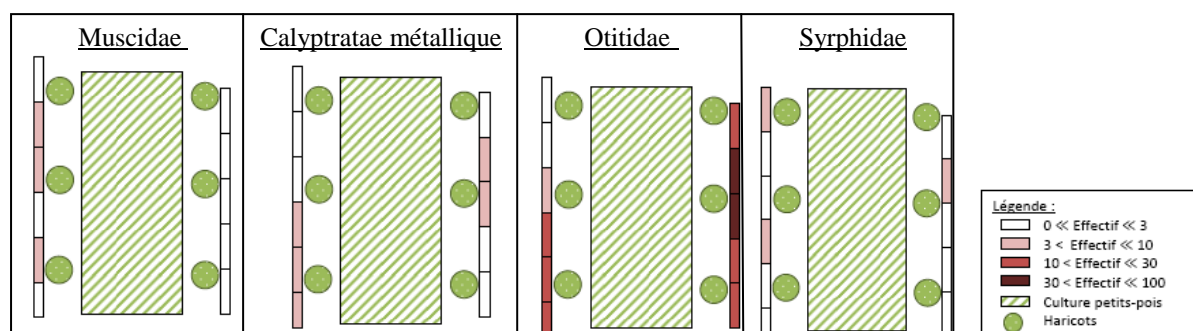


Figure 55: Répartition spatiale de chaque taxon sur la parcelle d'Etang Salé le 14/04 (maïs au stade 3b).

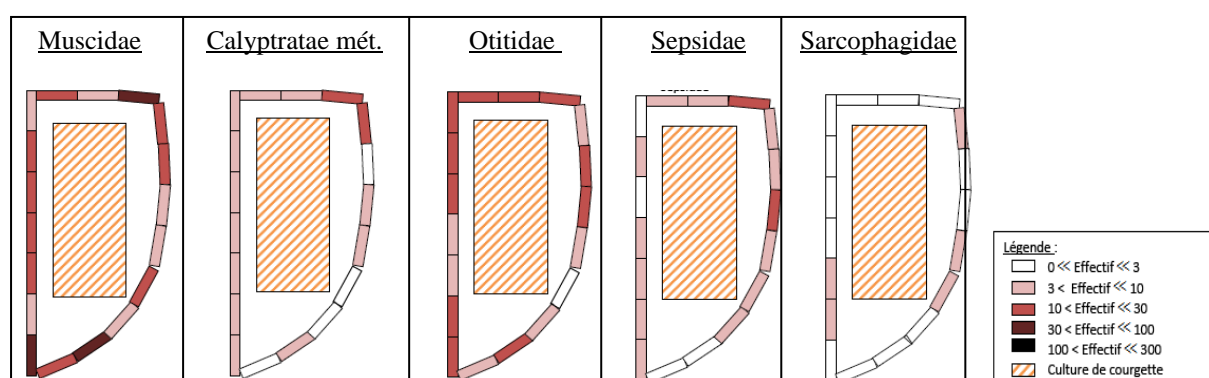


Figure 56: Répartition spatiale de chaque taxon sur la parcelle PI1 (Petite-Ile) le 16/02 (maïs au stade 3b).

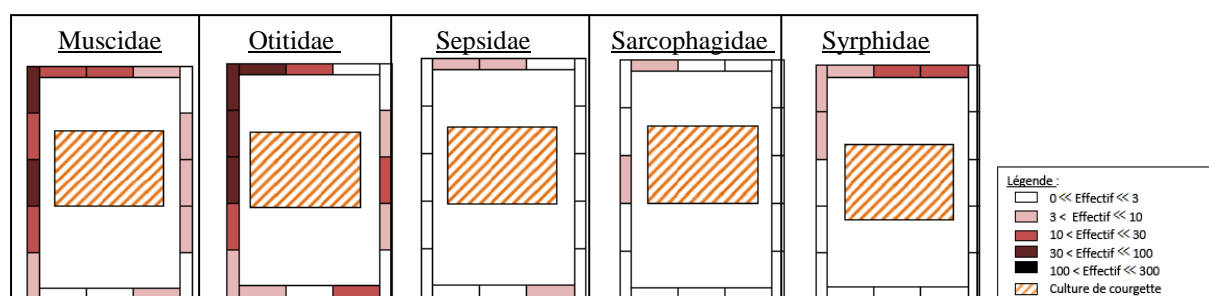


Figure 57: Répartition spatiale de chaque taxon sur la parcelle PI4 (Petite-Ile) le 25/02 (maïs au stade 3b).

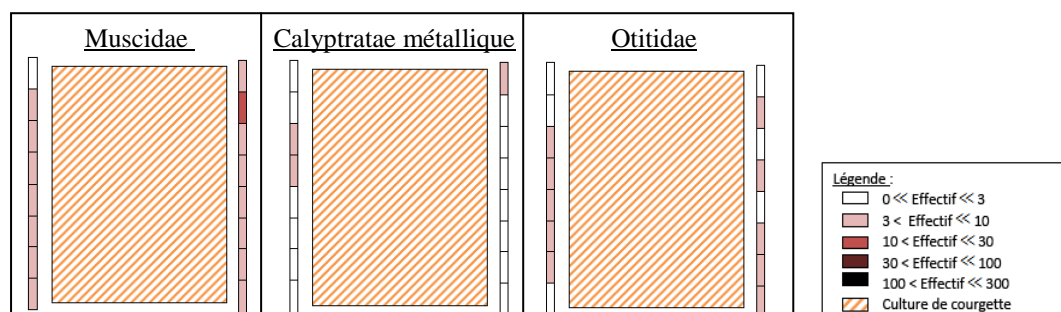


Figure 58: Répartition spatiale de chaque taxon sur la parcelle ED2 (Entre-Deux) le 19/04 (maïs au stade 1b).

ANNEXE 8 : Evolution temporelle des mouches des légumes (Téphritidae)

Des observations de trois espèces de mouches des légumes, *Bactrocera cucurbitaceae*, *Dacus demmerezi* et *Dacus ciliatus*, ont été réalisées sur la parcelle de Tan rouge à la même période qu'on été effectué les observations sur nos taxons indicateurs. Pour ces ravageurs, les effectifs ont été estimé sur la culture de courgettes et sur les bandes de maïs.

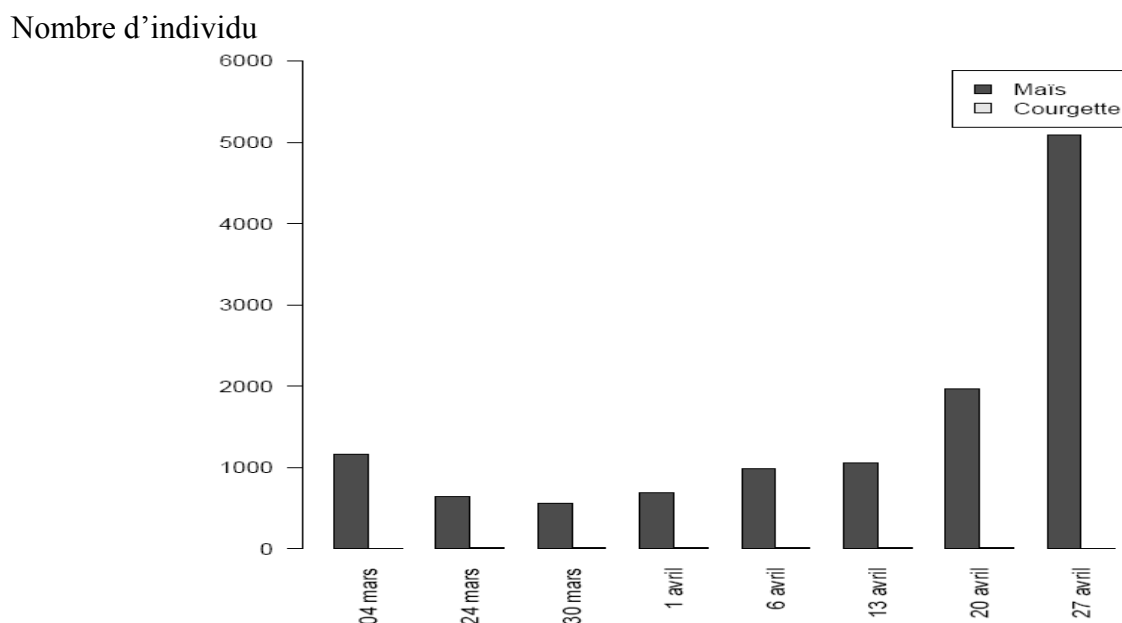


Figure 59: Evolution temporelle des mouches des légumes sur les bandes de maïs et culture de courgettes de la parcelle de Tan rouge. Les effectifs sont estimés pour l'ensemble des de la parcelle. (Graphe : Emilie Bonnet)

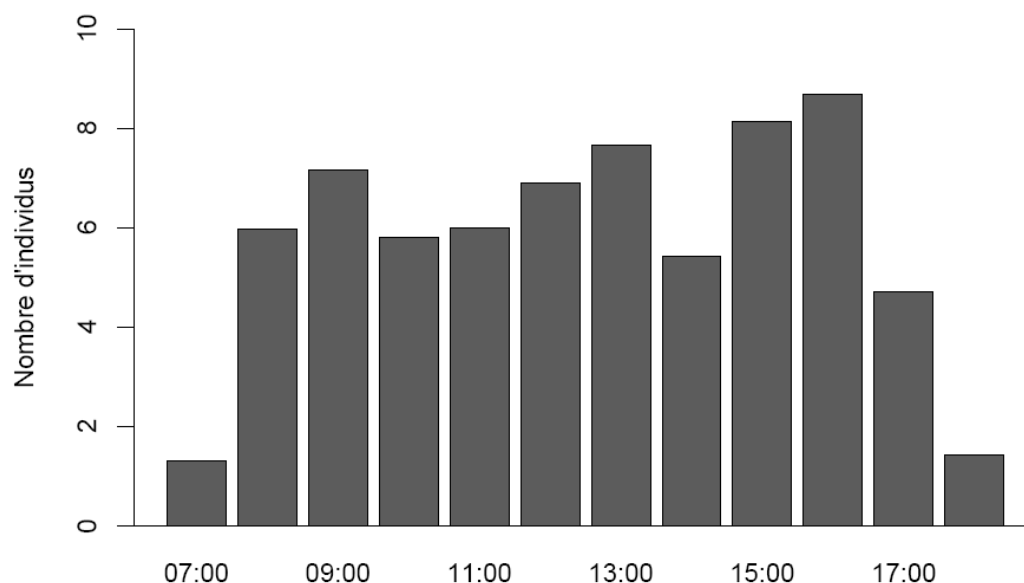


Figure 60: Evolution temporelle journalière des mouches des légumes. Les effectifs sont calculés pour 10 mètres de bordure et moyennés sur 6 relevés (mêmes dates que pour les taxons indicateurs).

ANNEXE 9 : étude complémentaire

Impact du Synéis-appât® sur les taxons

Le Synéis-appât est utilisé conjointement à l'incorporation des plantes pièges pour gérer les mouches des légumes. Il est appliqué par tâche sur la plante de bordure. Le produit pourrait avoir un impact sur les autres Diptères.

Protocole expérimental :

Les observations sont réalisées sur deux parcelles voisines localisées à Petit-Ile. La première sert de témoin et ne reçoit donc aucun traitement. Sur la bordure de maïs de la deuxième, on applique un traitement par tâche. On pulvérise du l'insecticide sur un plant pour chaque placette délimitée (figure 61). Le produit utilisé est le Synéis-appât® qui contient un attractif protéinique combiné un insecticide biologique, le spinosad. En parallèle pour ces deux parcelles, un dénombrement à vue est effectué une heure avant l'application du traitement (8h00), et deux autres relevés sont réalisés trois et six heures après traitement (respectivement à 12h00 et 15h00). On ne dénombre qu'une placette sur trois, et on distingue les individus présents sur et hors la tâche d'insecticide.

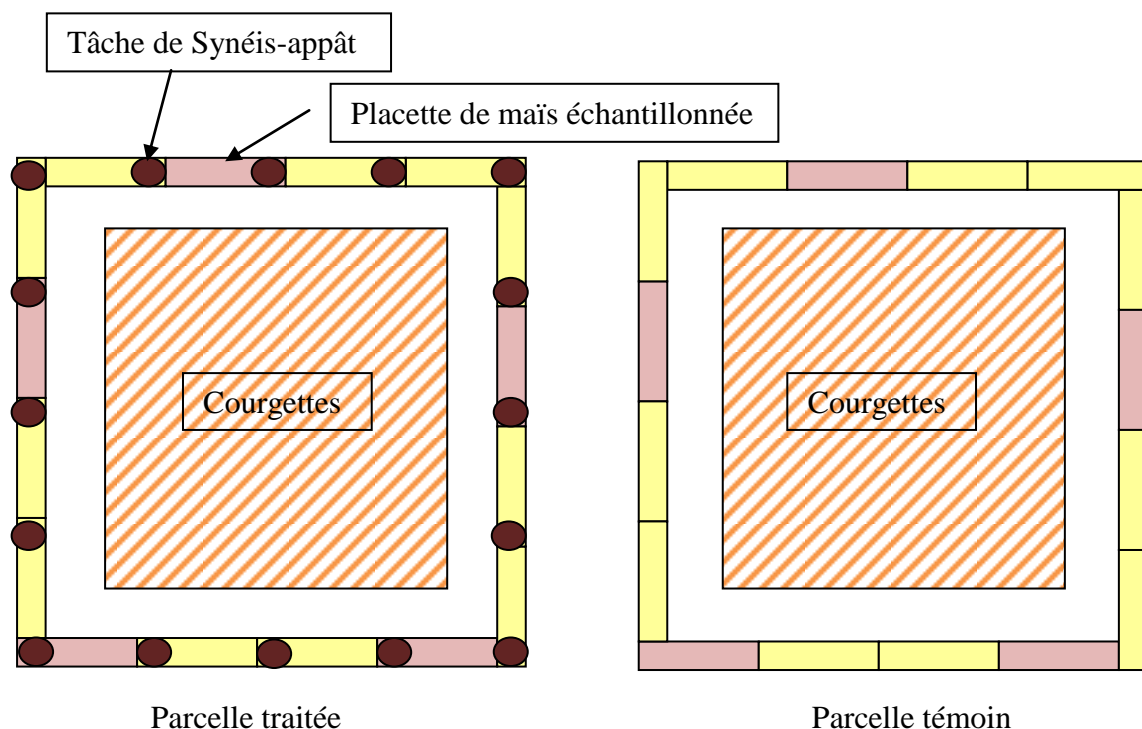


Figure 61: Protocole de l'étude de l'impact du Synéis-appât® sur les taxons indicateurs.

Les résultats montrent une augmentation globale de l'effectif des taxons indicateurs après traitement par tâche de Synéis-appât, reflétant l'attractivité du composé protéique contenu dans le produit sur les diptères. La proportion d'individus présents sur la tâche de Synéis-appât est d'environ 25 %, celle-ci représentant 5% de la placette. Ceci montre alors que les mouches se concentrent préférentiellement sur la tâche.

Si l'on regarde le comportement des Muscidae, ceux-ci montrent une diminution de leur abondance 6 heures après traitement, évoquant l'action létale du synéis-appât. En effet, ce sont précisément les individus localisés sur la tâche qui voient leur effectif diminuer. Au contraire, les Otitidae montrent une augmentation de leur effectif 6 heures après traitement, due principalement à l'augmentation des individus sur la tâche. Ceci indique que la tâche exerce toujours son pouvoir attractif et que sa létalité n'est pas encore effective.

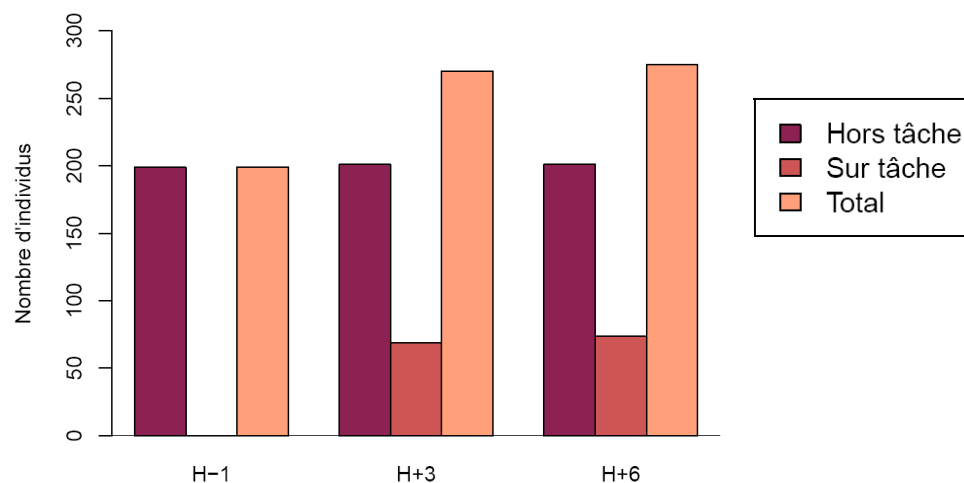


Figure 62 : Effectif total des taxons indicateurs avant (1 heure) et après (3 et 6 heures après) traitement au Synéis-appât d'une parcelle.

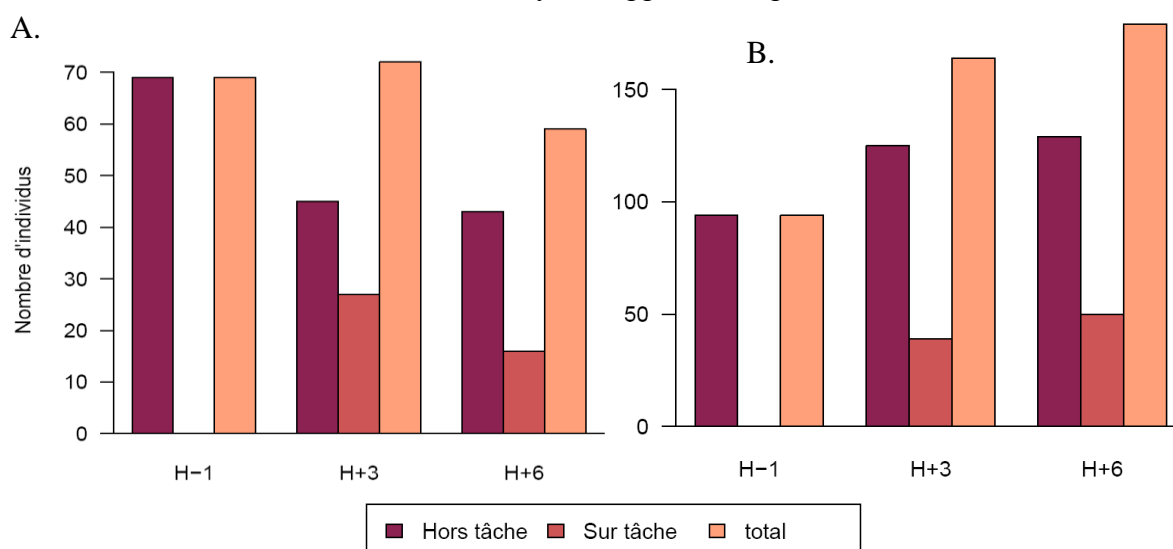


Figure 63: Evolution de l'effectif sur la bordure de maïs avant et après traitement par tâche de Synéis-appât, pour les taxons de Muscidae (A), Otitidae (B).

ANNEXE 10 : Contribution personnelle

1. Conduite de l'expérimentation et récolte des données

La première partie de mon stage a consisté en la mise au point de la méthodologie d'étude. Le choix s'est, en particulier, porté sur le type d'Insecte à étudier et la méthode d'observation à utiliser. Mes choix ont été fait grâce aux conseils de plusieurs chercheurs de diverses compétences, et toujours en accord avec mon maitre de stage.

J'ai réalisée tous les récoltes de données en plein champs avec l'aide d'un membre de l'équipe. J'effectuais le dénombrement des individus pendant qu'une personne notait les effectifs.

2. Initiatives

J'ai déterminé les grands thèmes à traiter conjointement avec mon maitre de stage. Par mes observations sur le terrain, j'ai pu préciser certaines études, et notamment celles sur le comportement des syrphes.

3. Programmation et analyse statistique

Tous les graphiques ont été réalisés grâce au logiciel R pour lequel j'ai reçu une formation durant mon stage. Les scripts ont donc tous été réalisé par moi-même, souvent avec l'aide des statisticiens du laboratoire. Il en est de même pour les analyses statistiques.

4. Interprétation des résultats

J'ai interpréter mes résultats. Je me suis aidée des connaissances des chercheurs du laboratoire en Insectes.

5. Rédaction du rapport

J'ai entièrement rédigé le rapport, avec des corrections apportées par les membres de l'équipe.

Résumé :

Les mouches des légumes inféodées aux cucurbitacées (Diptera, Tephritidae) sont des ravageurs importants des cultures à La Réunion. Après les échecs des méthodes traditionnelles de lutte (insecticide, lutte biologique classique), le CIRAD privilégie désormais une gestion agro-écologique de ces populations. En particulier, il favorise l'incorporation de biodiversité végétale dans l'agrosystème via la mise en place de plantes pièges. Le maïs, *Zea mays*, est la principale espèce végétale utilisée à La Réunion. En plus de concentrer les mouches des légumes, ces plantes attirent de nombreux autres Insectes, en particulier les Diptères.

La présente étude s'attache à analyser la structure de la communauté de ces Diptères afin d'évaluer l'impact du maïs sur ces mouches non visée par la techniques. Elle s'intéresse principalement à six taxons appartenant aux familles de Muscidae, Calliphoridae, Sarcophagidae, Otitidae, Sepsidae et Syrphidae.

A l'échelle régionale, la localité de la parcelle semble jouer un rôle important. A l'échelle plus petite de la parcelle, le stade phénologique semble influencer la structure de la communauté. D'autre part, l'abondance des Diptères sur le maïs montre l'impact bénéfique important de la plante piège sur les populations de mouches. Plusieurs hypothèses sont émises afin d'expliquer le rôle jouer par ces plantes. Parmi celles-ci, la présence d'une source alimentaire abondante et variée semble être la plus importante. Le maïs pourrait également constituer un site de repos et d'abri privilégié. Des études complémentaires sont cependant nécessaires pour valider ces hypothèses.

Mots clés : communauté de Diptère, plante piège, La Réunion, évolution spatio-temporelle.

Abstract

Fruit flies (Diptera, Tephritidae), subservient to cucurbit vegetables, are important pests of crops in Reunion. After the failures of traditional methods of control (insecticide, classical biological control), CIRAD favors agro-ecological management of these populations. In particular, it promotes the incorporation of plant biodiversity in the agro-ecosystem through the establishment of trap plants. Maize, *Zea mays*, is the main specie used in Reunion island. These plants attract fruit flies and many insects, especially Diptera.

This study aims to analyze the community structure of the Diptera to assess the impact of maize on non-target flies. It focuses on six taxa belonging to the families of Muscidae, Calliphoridae, Sarcophagidae, Otitidae, Sepsidae and Syrphidae.

Regionally, the locality of the field seems to play an important role. At the smaller scale of the field, the corn phenology influences the structure of the community. On the other hand, the abundance of Diptera on maize showed significant positive impact of the plant trap on the flies. Several hypotheses can explain the role played by these plants. In particular, the presence of an abundant and varied food source seems to be the most important. Corn could also be a site of rest and shelter. Further studies are needed to validate these assumptions.

Key words : Diptera community, trap plant, Réunion island, spatio-temporal dynamic.